

СУМСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
(СФТИ)

На правах рукописи  
для служебного пользования  
Экз. № 3

ЗАЙЦЕВ Александр Васильевич

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
МОТОРНОГО ТОПЛИВА АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Специальность 08.00.19 - "Экономика природопользования  
и охраны окружающей среды"

Диссертация на соискание  
ученой степени кандидата  
экономических наук

Научный руководитель  
доктор экономических наук  
Балацкий О.Ф.

Сумы - 1991

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ .....	4
1. ВЗАИМОСВЯЗЬ ЭКОНОМИЧЕСКОГО И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО АСПЕКТОВ В РАЗВИТИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ.....	11
1.1. Последствия функционирования автомобильного транспорта.....	11
1.2. Пути снижения автотранспортного загрязнения атмосферы.....	21
2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОТОРНОГО ТОПЛИВА АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ.....	36
2.1. Экологические затраты общественного производства. Сопряженный экономический ущерб.....	36
2.2. Условия эколого-экономической сопоставимости вариантов.....	48
2.3. Определение эколого-экономических составляющих использования топлива.....	55
2.4. Методика сравнительной эколого-экономической эффективности использования моторного топлива автомобильным транспортом.....	63
2.5. Функциональный экономический ущерб при эксплуатации автомобильных транспортных средств.....	76
3. ПРАКТИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОЦЕНОК ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОТОРНОГО ТОПЛИВА АВТОМО- БИЛЬНЫМИ СРЕДСТВАМИ.....	113

3.1. Расчет функционального сопряженного экономического ущерба от загрязнения атмосферы выбросами автотранспорта г. Сумы.....	113
3.2. Эколого-экономическая эффективность перевода автомобилей марки БелАЗ-540 на газодизельной процесс.....	127
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	136
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	140
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	149

## ВВЕДЕНИЕ

Современный этап развития страны характеризуется следующими тенденциями:

- переход от административных на экономические методы управления социально-экономическими процессами;
- расширение полномочий промышленных предприятий, и особенно территориальных органов управления;
- ухудшающейся экологической обстановкой.

В русле перечисленных тенденций требуется принципиально новый подход к решению проблемы охраны окружающей среды.

Природоохранная деятельность превращается в один из мощных социальных факторов, который будет определять тенденции общественного развития и экономической политики, как в ближайшем, так и отдаленном будущем. Такой подход намел свое развитие в Законах СССР: "Об общих началах местного самоуправления и местного хозяйства в СССР", "Об основах экономических отношений Союза ССР, союзных и автономных республик", "О предприятиях в СССР". В частности, в законодательном порядке предусмотрены экономические методы природоохранной деятельности. Так, местные органы Советов за нарушение природоохранного законодательства взимают штраф, " а также платежи, компенсирующие нанесенный ущерб" [2]. По всей видимости, экономическое регулирование охраны окружающей среды будет охватывать все большие масштабы, и закрепляться законодательно.

Приведенное положение из Закона СССР развивает положения, содержащиеся в таком общесоюзном нормативном акте как Постановление Центрального Комитета КПСС и Совета Министров СССР от 7 января 1988г. № 32 "О коренной перестройке дела охраны природы в стране". В первом пункте постановляющей части говорится: "Считать

важнейшей задачей всех партийных, государственных и хозяйственных органов, объединений и предприятий, общественных организаций и каждого трудового коллектива настойчивое и последовательное проведение линии партии на сохранение и преумножение природных ресурсов, улучшение состояния окружающей среды, исходя из признания жизненной необходимости решения этих вопросов не только для советского народа, но и для всего человечества" [3]. В соответствии с этим Постановлением (приложение № 3) легковые и грузовые автомобили, автобусы, автопогрузчики, карьерные автосамосвалы, мотоциклы, мопеды, тракторы, самоходные шасси, мотоблоки, а также двигатели к ним подлежат экологической экспертизе на соответствие требованиям норм и правил по охране окружающей среды.

Выделение проблемы экологического контроля транспортных средств обусловлено тем, что транспортная система СССР является крупным потребителем топливно-энергетических ресурсов и загрязнение окружающей среде отработавшими газами транспортных средств выходит в ряде случаев на первое место и становится наиболее опасным для жизнедеятельности человека.

В связи с возрастанием масштабов загрязнения возникает необходимость научной обоснованности проведения различных экологических мероприятий. Существенная роль в процессе проведения фундаментальных и прикладных исследований по оценке экологичности тех или иных мероприятий принадлежит экономическим наукам. Потребность в экономических исследованиях природоохранных процессов в последнее время возросла в связи с кардинальными изменениями хозяйственного механизма, переходом народнохозяйственных подразделений к рыночным отношениям.

Проблемы экономической оценки последствий загрязнения окружающей среды освещались в работах Т.С. Хачатурова,

О.Ф. Балацкого, К.Г. Гофмана, Р.Л. Раяцкаса, А.А. Гусева, Л.Г. Мельника, М.П.Нестерова и др. Однако, эти работы посвящены вопросам оценки загрязнения от стационарных источников. Вопросы экономической оценки последствий загрязнения от выбросов автомобилей — движущихся источников, — методологически и методически в полной мере не решены. Поэтому экологические аспекты в расчетах экономической эффективности, как новой транспортной техники, так и применения новых видов автомобильных топлив, учтены недостаточно.

В данной работе рассматриваются с учетом экологических затрат, вызванных негативными последствиями загрязнения окружающей среды, теоретические и прикладные вопросы определения эколого-экономической эффективности использования топлива на автомобильном транспорте, а также применения новых видов моторных топлив.

Актуальность постановки вопроса о разработке и внедрении в практику эколого-экономических оценок связана с необходимостью развития теории экономической эффективности общественного производства, повышения достоверности экономических расчетов на уровне принятия управленческих решений, укрепления народно-хозяйственных подходов при решении локальных социальных и производственных задач. Кроме того, актуальность определяется как единством экономического и экологического интересов общества, так и формирующимися в настоящее время межотраслевыми и межрегиональными аспектами хозяйствования. В этих условиях цель средозащитных мер сводится не столько к устранению, сколько к заблаговременному предупреждению отрицательных явлений.

Мерой экономических затрат антропогенного загрязнения выступает экономический ущерб. Развитие теоретических основ и практического применения категории экономического ущерба актуально с точки зрения курса на экологизацию общественного производства.

Предметом исследования являются производственные отношения, возникающие в процессе использования моторных топлив автомобильным транспортом с учетом загрязнения окружающей среды.

Целью исследований является совершенствование методических положений расчета сравнительного эколого-экономического эффекта от использования автомобильным транспортом традиционных, усовершенствованных или новых видов моторного топлива, а также дальнейшее развитие методов экономической оценки последствий загрязнения окружающей среды.

В соответствии с поставленной целью сформулированы следующие ключевые для понимания данной проблемы задачи:

- определить место и роль экологических затрат в совокупных затратах общественного производства и показать механизм их взаимодействия;
- выявить особенности формирования экономических показателей экологических последствий загрязнения окружающей среды;
- обосновать необходимость и определить сферы практического использования показателей сопряженного экономического ущерба в качестве одной из составляющих при расчете эколого-экономической эффективности;
- разработать основные методические положения для определения эколого-экономической эффективности экономии топлива на примере автомобильного транспорта.

Объектом настоящего исследования выбран автомобильный транспорт как источник интенсивного загрязнения окружающей среды на территории городов и городских агломераций.

Научная новизна работы состоит в дальнейшем углублении теоретических и развитии методических положения по совершенствованию

расчетов экономической эффективности с учетом экологических факторов:

- сформированы теоретические положения, обосновывающие экологическую необходимость и экономическую эффективность экономии моторного топлива на автомобильном транспорте;
- обоснована необходимость и предложено новое классификационное понятие экономического ущерба в виде сопряженного экономического ущерба;
- разработаны методические принципы расчета сопряженного экономического ущерба;
- используя натурное моделирование, предложен механизм расчёта экономического ущерба, наносимого во время эксплуатации автомобильных транспортных средств (функциональный сопряженный экономический ущерб);
- разработаны основные методические положения расчета эколого-экономического эффекта от использования моторного топлива автомобильным транспортом.

Практическая ценность работы. Выводы диссертационной работы, базирующиеся на раскрытии ряда новых аспектов учета экологической составляющей в расчете экономического эффекта, представляет основу для дальнейшего совершенствования теории и практики экономической эффективности общественного производства. Методические рекомендации, а также предложенная модель расчета эколого-экономической эффективности использования топлива, могут быть использованы государственными органами при выборе и обосновании экономически и экологически сбалансированной научно-технической политики развития транспортной системы.

Материалы исследования были использованы Государственным плановым комитетом СССР, Институтом проблем машиностроения АН УССР, Институтом ГАЗа АН УССР, Киевским институтом ГИПРОГРАД, плановыми комиссиями при исполнительных комитетах гг. Киев, Курск, Сумы и др.

Основные результаты диссертации нашли отражение в следующих хозяйственных темах, выполненных на кафедре экономики Сумского филиала ХПИ им. В.И. Ленина (в настоящее время Сумский физико-технологический институт): "Социально-экономическая эффективность снижения выбросов вредных веществ транспортными средствами путем применения новой техники, в том числе водорода" (№ госрегистрации 01829048049); "Оценка и прогнозирование на период до 2000 года экономических последствий поступления отходов производства в компоненты природной среды" (№ госрегистрации 01860033899); "Разработка системы оценки экономического ущерба от техногенных нагрузок на природный комплекс территорий различного ранга и рекомендации по улучшению природной среды на примере ЦЧЭР" (№ госрегистрации 01870087713).

Основные положения диссертации и результаты исследований докладывались автором, обсуждались и получили одобрение на зональном семинаре "Город и окружающая среда" (Челябинск, 1985 г.); на всесоюзном научно-техническом совещании "Вторичные ресурсы - резерв экономики и улучшения окружающей среды" (г.Сумы, 1987 г.); на заседании областного Совета всесоюзного экономического общества (г.Сумы, 1988 г.), а также научных и хозяйственных семинарах ряде организаций. По результатам исследования опубликовано 7 работ общим объемом 6,3 печатных листов.

#### Объем и структура диссертации.

Диссертация состоит из: введения, 3-х глав, заключения, списка

использованных источников и приложения. Объем работы 159 страниц машинописного текста, в том числе: 2 рисунка, 50 таблиц. Список использованных источников включает 85 наименований.

# 1. ВЗАИМОСВЯЗЬ ЭКОНОМИЧЕСКОГО И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО АСПЕКТОВ В РАЗВИТИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

## 1.1. Последствия функционирования автомобильного транспорта

Научно-технический прогресс и развитие процессов урбанизации существенно расширили количество неблагоприятных факторов, воздействующих на окружающую природную среду и общество. Возникающие вследствие этого проблемы охраны окружающей среды настолько многогранны, что охватывают все отрасли человеческой деятельности. В них переплетаются экологические аспекты с экономическими и социальными, наглядно демонстрируя взаимные связи, существующие в развитии природы и общества.

Среди экологических проблем заслуживающих самого пристального внимания, особую тревогу вызывают вопросы, которые порождает развитием транспортной системы, ее участием в процессе общественного воспроизводства.

В СССР транспортная система представляет собой совокупность путей сообщения, транспортных узлов, подвижных технических средств всех видов транспорта, транспортных средств и погрузочно-разгрузочных средств предприятий и организаций всех отраслей народного хозяйства [73]. Воздействие транспортных средств на окружающую среду связано главным образом с распространением вредных веществ в виде газов, жидкостей и твердых веществ, которые проникают в атмосферу, гидросферу и литосферу, а также с внесением энергии, шума, вибрации, различных видов электрических и магнитных излучений. Воздействие транспортной инфраструктуры на окружающую среду связано главным образом с изъятием у природы земельных и лесных угодий при развитии

сети коммуникаций, вырубки леса при прокладке путей сообщения, что нарушает обмен литосферы с атмосферой.

Рост экономики любой страны тесно связан с развитием транспорта. Доля отдельных видов транспорта в осуществлении мировых грузовых перевозок составляет для восточноевропейских стран: водной - 23 %, наземный – 64 %, другие виды транспорта - 13 %; для ведущих промышленно развитых стран соответственно - 62,27 и 11 %; для развивающихся - 84,10 и 6 % [65].

Огромные масштабы урбанизации во всем мире требуют пристального внимания к проблемам городской среды. Частным аспектом транспортной проблемы на высоко урбанизированных территориях является загрязнение атмосферы отработавшими газами автомобилей. Во многих городах мира автотранспортные загрязнители выходят на первый план. Вклад автомобиля в загрязнение воздушной среды крупнейших городов мира представлен в табл. 1.1. [61].

Таблица 1.1.

Вклад автотранспорта в общую величину загрязнения в некоторых крупнейших городах (1980 г.)

	Вклад загрязнителя, %		
	оксид углерода	углеводороды	окислы азота
Мадрид	95	90	35
Стокгольм	99	93	53
Токио	99	95	33
Торонто	98	69	19
Лос-Анджелес	98	66	72
Нью-Йорк	97	63	32
Москва	96,3	64,4	32,6
Ленинград	88,1	79,0	31,7

Прогнозные оценки загрязнения показывают, что доля автотранспортного загрязнения будет неуклонно расти. Об этом достаточно

убедительно свидетельствует статистика мирового парка автомобилей, табл. 1.2.

Таблица 1.2.

## Динамика мирового уровня автомобилизации [5]

Показатели	1940	1950	1960	1970	1980	2000 (прогноз)
Населения земного шара, млн. человек	2295	2480	2980	3930	4300	6000
Мировой автомобильный парк, млн. штук	46	70	125	250	400	750
Число автомобилей на 1000 жителей	20	28	42	64	93	125

Наиболее ярко проблема экологичности автомобильного транспорта проявляются в промышленно развитых капиталистических странах, поэтому сравнение состояний экологической проблемы представляется нам уместным, так как позволяет сделать определенные выводы.

В Италии по состоянию на 1961 г. 65 % всех грузовых перевозок осуществляет автомобильный транспорт [80]. Во Франции доля автомобильного транспорта в общем объеме грузовых перевозок составляет 53 % [84]; в Японии - 41,3 % [82,85]. Анализ производства автомобилей в капиталистических странах показывает, что производство легковых автомобилей значительно превышает производство грузового транспорта. Автомобильный парк США в конце 1981 года состоял на 78 % (136 млн. единиц) из легковых автомобилей; ФРГ - на 73 %; около 70 % легковых автомобилей в парке Франции, Англии, Италии, Канады, Японии.

Производство легковых автомобилей в ведущих капиталистических странах продолжает расти, табл. 1.3. По прогнозам американских

специалистов ожидается, что мировое производство автомобилей к 1990 г, достигает 50 млн., из которых легковые составят около 40 млн. штук [75,77]. Отсюда можно сделать вывод, что легкой автомобиль будет основным источником загрязнения воздушной среды больших городов промышленно развитых стран.

Таблица 1.3

Производство легковых автомобилей в ведущих капиталистических странах в 1960-1985 гг. тыс. штук [4,44,45]

Страны	1960	1965	1970	1975	1980	1985
США	6675	9335	6547	6717	6376	8002
Япония	165	696	2562	4568	7038	7647
Франция	1136	1341	1896	2544	3488	2817
ФРГ	1674	2374	2825	2908	3239	3862
Италия	596	1104	1320	1348	1445	1384

С ростом автомобилизации вклад автомобиля в загрязнение атмосферы больших городов постоянно увеличивается. В США автомобили являются источником выброса 92 % оксида углерода, 63 % углеводородов, 45 % окислов азота [57]. Суммарный вклад автомобиля в загрязнение воздушной среды в Японии - 55-60 %; во Франции - 25-30 %; ФРГ - до 50 %; Италии - 35 %. Общее количество веществ, содержащихся в отходящих газах автомобилей, превышает 200 наименований. Наиболее опасны для здоровья: тяжелые металлы, углеводороды, в частности полициклические, ароматические, окись углерода, окислы азота, окислы серы, твердые взвешенные вещества. Большинство этих веществ являются продуктами неполного сгорания моторного топлива и поступают в воздух с отработавшими газами.

Кроме отработавших газов в состав отходящих газов входят картерные газы - смесь газов с парами смазочного масла. Источником загрязнения могут быть также испарения летучих фракций бензина из топливных баков, карбюраторов, систем питания двигателя.

Усредненное содержание компонентов отходящих газов в зависимости от вида двигателя представлено в табл. 1.4 [22].

Таблица 1.4

## Состав отработавших газов, % (по объему)

Компоненты	Двигатели	
	карбюраторные	дизельные
Азот	74 - 77	76 - 78
Кислород	0,3 - 6	2 - 18
Пары вода	3 - 5,5	0,6 - 4
Двуокись углерода	5 - 12	1 - 10
Окись углерода	5 - 10	0,01-0,5
Окислы азота	0 - 0,8	0,0002-0,5
Углеводороды	0,2 - 3	0,009-0,5
Альдегиды	0, - 0,2	0,001-0,009
Сажа	0 - 0,4*	0,01 - 1*
Бенз(а)пирен	10 - 20**	до 10**

\* В г/м<sup>3</sup>

\*\*В мкг/м<sup>3</sup>

Установлено, что с отходящими газами автомобилей в воздух городов поступает до 75 % содержащегося в бензине свинца, ванадия и других тяжелых металлов. Легковые автомобили дают до 80 % всех соединений свинца в воздухе городов. Способность свинца накапливаться в почве и растительности, а также в организме человека, делает его опасным во временном масштабе. Содержание свинца в воздухе городов США ежегодно увеличивается на 5 % [57].

Максимальная концентрация свинца в воздухе над автострадами Ванкувера, Монреаля, Торонто составляет 12,4-22,2 мкг/м<sup>3</sup>, средняя 4-8 мкг/м<sup>3</sup>. Помимо свинца и ванадия выбросы автомобилей содержат другие тяжелые металлы, оказывающие неблагоприятное воздействие на здоровье, в частности, платину, радий, марганец. Исследования специалистов ФРГ показали, что содержание тяжелых металлов в отходящих газах автомобилей составляет: свинца - 0,26-3,1; кадмия - 0,001-0,024; меди - 0,03-0,18; железа - 0,08-14,0; марганца - 0,005-0,1 мкг/м<sup>3</sup> [78]. Кроме того, автомобили с дизельными двигателями дают до 2 % всей массы серы, поступающих в воздух больших городов [74].

Загрязнение окружающей среды отражается на здоровье населения, в первую очередь наиболее чувствительных групп: детей, будущих матерей, лиц пожилого возраста.

Неблагоприятное воздействие выбросов автотранспорта сводится к увеличению как острых (в т.ч. и онкологических), так и хронических заболеваний легких, сердечно-сосудистой системы. Национальная академия наук США считает, что загрязнение воздушной среды отработавшими газами автотранспорта ежегодно приводит к преждевременной смерти почти 4000 чел.

В Японии, у жителей больших городов, хронические заболевания легких и сердечно-сосудистой системы наблюдаются у 127 человек из тысячи.

В Италии, пятая часть территории, на которой проживает 62 % населения, объявлена "зоной повышенной опасности", атмосфера которой перенасыщена загрязнителями. Считается, что в Италии от "отравления воздухом" погибает 7 тыс. человек ежегодно. Загрязненный воздух наносит невосполнимый ущерб уникальным зданиям и сооружениям городов Рим, Неаполь, Венеция.

Такие значительные негативные последствия, вызываемые загрязнением воздуха больших городов, вынудили руководство развитых капиталистических стран создать специализированные государственные органы, по охране окружающей среды в виде национальных агентств (США, Японии) или специализированных министерств (Англия, Франция, ФРГ, Италия), которые объединили всю проводимую в странах работу по борьбе с загрязнением воздушной среды.

Единая транспортная система СССР располагает всеми видами современного транспорта. Важное место в единой транспортной системе страны занимает автомобильный транспорт. На его долю приходится перевозка более 80 % народнохозяйственных грузов и почти половина пассажирооборота [22]. Автомобильный транспорт самый энергоемкий, по сравнению с другими видами транспорта. Последние 15-20 лет автотранспорт прочно занимает первенство по энергопотреблению, табл. 1.5 [70].

Таблица 1.5

Доля видов транспорта в общем энергопотреблении, %

Вид транспорта	1960	1965	1970	1975	1980	1985*
Железнодорожный	63,6	43,2	31,2	25,9	21,3	20,0
Морской	3,9	6,6	6,4	5,5	4,5	4,5
Речной	3,3	3,4	3,0	2,3	1,9	1,5
Автомобильный (в целом по народному хозяйству)	24,6	35,6	43,8	43,3	39,7	40,0
Нефтепроводный	0,3	0,7	1,0	1,7	2,8	3,0
Прочие вида транспорта	3,6	6,3	9,1	10,1	10,1	11,0

\* Экспертная оценка.

В настоящее время на транспорте работает около 15 млн. человек, в его сфере потребляется примерно 13 % топливно-энергетических

ресурсов, приходится 21 % основных производственных фондов и около 12% общего объема капиталовложений [46, 73]. Постоянно растет выпуск легковых, грузовых автомобилей и автобусов.

Автомобили - один из основных источников загрязнения окружающей среды городов. Доля автомобильного транспорта в загрязнении воздушного бассейна городов СССР составляет от 17 до 80 % (в зависимости от величины города), а по СО доходит в крупнейших городах до 90-96 % [53, 60].

В городах с населением около 1 млн. человек концентрации окиси углерода на 50 %, а двуокиси азота в два раза выше по сравнению с другими городами [14].

Обобщение данных за 1986 г. об автомобильных выбросах в атмосферу по 515 городах СССР наглядно показывает экологическую остроту функционирования автотранспорта, табл. 1.6 [29].

Таблица 1.6

Распределение городов по вкладу выбросов автотранспорта в общий выброс (по СО, C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>, N<sub>x</sub>O<sub>y</sub>) от промышленности и автотранспорта 1986 г.

	Доля выброса автотранспорта, в%			
	более 80	79,9+50	49,9+30	менее 30
Число городов	142	185	97	91
% от общего числа городов	26,7	35,9	18,8	18,7
Выбросы автотранспорта, тыс. т/год	5216,8	6762,8	2425,0	1259,9
% от суммарного выброса	33,3	43,2	15,5	8,0

Последние статистические данные указывают на неуклонный рост уровня автотранспортного загрязнения. Из 538 рассматриваемых городов (1989 г.) в 361 городе выбросы автотранспорта составляют более 50 %

общих антропогенных выбросов, причем в 148 городах они превышают 80 % (в 1986 году - 142 города). В число этих городов входят многие столицы союзных и автономных республик, крупные административные центры (Алма-Ата, Ереван, Воронеж, Владивосток и др.), а также города-курорты (Сочи, Евпатория, Большая Ялта и др.) [49].

По сравнению с 1988 г. в 1989 г. выбросы автотранспорта по окислам азота увеличивались на 35,9 тыс. т/год, по углеводородам - на 7,9 тыс. т год, а по окиси углерода уменьшились на 57,7 тыс. т/год [48].

По состоянию на 1 января 1990 года в СССР насчитывается 27 городов с выбросами автотранспорта более 100 тыс. т/год, табл. 1.7 [49].

Таблица 1.7

Города с выбросами автотранспорта более 100 тыс. т/год  
на 1 января 1990 г.)

№ п/п	Город	Выброс тыс. т/год	№ п/п	Город	Выброс тыс. т/год
1.	Москва	801	15.	Харьков	125
2.	Ленинград	372	16.	Минск	125
3.	Ташкент	353	17.	Куйбышев	123
4.	Баку	298	18.	Волгоград	116
5.	Тбилиси	282	19.	Фергана	115
6.	Киев	244	20.	Уфа	111
7.	Ереван	174	21.	Ростов-на-Дону	109
8.	Алма-Ата	165	22.	Новосибирск	109
9.	Омск	154	23.	Красноярск	107
10.	Одесса	141	24.	Днепропетровск	105
11.	Краснодар	137	25.	Запорожье	105
12.	Воронеж	134	26.	Кишинев	101
13.	Горький	134	27.	Казань	100
14.	Донецк	127			

Абсолютные цифры выбросов служат скорее характеристикой загрязнения в глобальном масштабе и не дают картины, присущей локальным явлениям. Суть в том, что, например, тонна окиси углерода, выброшенная автомобилем, не равнозначна тонне окиси углерода, поступающей в атмосферу от промышленных источников. Отработавшие газы автомобилей выбрасываются непосредственно в зону дыхания человека, в слабо проветриваемые пространства уличных каньонов, создавая концентрации в несколько раз больше, чем равнозначные массы промышленных выбросов, рассеиваемые с помощью дымовых труб.

По степени воздействия на человека компоненты выбросов автомобилей представляют собой довольно широкий спектр соединений всех классов опасности: бенз(а)пирен, свинец - 1 класс; окислы азота, альдегиды - 2 класс; сажа, сернистые соединения - 3 класс; углеводорода, окись углерода - 4 класс. Многие из этих выбросов являются реактивными, способствуют образованию более токсичных соединений. Например, углеводороды служат основой для образования фотохимических оксидантов, которые в десятки раз токсичнее углеводородов. Характеристике влияния выбросов автомобилей на здоровье населения посвящено немало работ как советских, так и зарубежных авторов [18,20,56].

Немало фактов свидетельствует и о влиянии отработавших газов и их производных на жилищно-коммунальный комплекс. Существенное влияние оказывает на конструкционные материалы соединения окислов азота - нитраты. Адсорбируя влагу, они участвуют в образовании растворов электролитов, вызывающих коррозию. Установлено, что двуокись азота способна вызывать пожелтение тканей в большей степени, чем другие загрязнители атмосферы. Фотохимические оксиданты повреждают листву растений, снижая урожай сельскохозяйственных

культур, в том числе citrusовых и овощей. Озон повреждает текстильные изделия, обесцвечивает краски, ускоряет разрушение резины. Отмечена корреляция между загрязнением воздуха и кислотностью атмосферных осадков. Кроме ускорения процессов коррозии, влияние кислых атмосферных осадков зачастую проявляется в средах, к которым воздушное загрязнение не имеет весьма отчетливого отношения. Прежде всего это загрязнение поверхностных вод, а также почвы, осуществляемое непосредственным попаданием загрязняющих веществ на почву под действием силы тяжести, электромагнитного поля, химических реакций, абсорбции или смывом загрязнителей с улиц и дорог в водоемы и водотоки. В этой ситуации отмечается понижение первичной продукции рек, изменение их территориального режима, смертность ихтиофауны, подавление роста других гидробионтов. Указанные эффекты зачастую маскируются социальными, географическими, климатическими и другими региональными различиями, что затрудняет получение соответствующих данных и их анализ.

Вывод. Загрязнение атмосферы выбросами автомобилей, порождает значительные изменения в окружающей среде, характеризуемые такими масштабами и формами, что экономическая оценка деятельности транспорта невозможна без учета стоимостной оценки ущерба, вызванного загрязнением воздушной среды,

## 1.2. Пути снижения автотранспортного загрязнения атмосферы

Использование различных видов моторных топлив, а также экономия топлива автомобильным транспортом в конечном итоге направлены, с одной стороны, на повышение производительности труда подразделений транспортной системы, с другой, на достижение

социального результата в виде снижения уровня загрязнения окружающей среды. Единство этих сторон может быть выражено в эколого-экономическом эффекте мероприятий, включающих разнообразные варианты по контролю и нормированию, по эксплуатации и экономии топлива.

Топливопотребление с позиций предотвращения загрязнения окружающей среды объединяет ряд мероприятий:

- организационно-правовых;
- транспортно-планировочных;
- эксплуатационных;
- технических, как в рамках использования традиционных видов топлива, так и применения новой техники;
- использующих новые виды моторных топлив.

Организационно-правовые мероприятия включают разработку нормативов ингредиентного состава отходящих газов. В СССР разработано около 20 нормативных документов, регламентирующих опасность для населения как автомобиля в целом, так и его двигателя. Существует два вида стандартов на нормы и методы определения вредных веществ в отработавших газах автомобилей.

К первому можно отнести государственные стандарты, распространяющиеся на автомобили, находящиеся в эксплуатации, т.е. на весь автомобильный парк СССР. Это ГОСТ 17.2.2.03-77 "Охрана природы. Атмосфера. Содержание окиси углерода в отработавших газах автомобилей с бензиновыми двигателями" и ГОСТ 17.2.01-84 "Охрана природы. Атмосфера. Дизели автомобильные. Дымность отработавших газов. Нормы и методы измерения".

Ко второму виду относятся отраслевые стандарты Минавтопрома, которые устанавливают предельно допустимые нормы выброса окиси углерода, углеводородов и окиси азота, а также определяют методику

проведения измерений указанных компонентов. Например, ОСТ 37.001.234-84 "Охрана природы. Атмосфера. Дизели автомобильные. Выбросы вредных веществ с отработавшими газами. Нормы и методы определения".

Содержание токсичных веществ в отходящих газах транспортное средств определяется при испытании на стенде, имитирующем движение автомобиля данной категории по улицам современного города. Испытание на стенде по установленным правилам носит название испытательного цикла. В мировой практике существуют несколько циклов. Наибольшее распространение получили: Европейский, рекомендованный Европейской комиссией (ЕЭК ООН, Правила № 15) и испытательный цикл, принятый в США, Канаде, Австрии и Швеции (ФРГ-75). В настоящее время в различных странах мира действует более 100 нормативно-технических документов, обеспечивающих экологическую безопасность функционирования автотранспортных средств.

Стандарты некоторых различных стран на предельный выброс (г/км пробега) токсичных веществ в отработавших газах легковых автомобилей приведены в табл. 1.8.

Уделяется огромное внимание содержанию свинца в бензине. В СССР в больших городах, а также в курортных зонах запрещено применение этилированного бензина, установлены соответствующие стандарты по содержанию свинца в топливе. В США норматив содержания свинца в бензине равен 0,132 г/л, в ФРГ - 0,15 г/л, в Японии - 0,31 г/л, в Австрии, Великобритании и Фракции - 0,40 г/л, в Бельгии - 0,45 г/л, Италии - 0,65 г/л [79,81].

К организационно-правовым мероприятиям относится оперативный систематический контроль за соблюдением установленных требований и норм. Для этого используются различные диагностическое

Предельный выброс токсических веществ в отработавших газах  
легковых автомобилей (карбюраторных), г/км [79,81]

Страны	Окись углерода	Углеводороды	Окислы азота	Испытательный цикл
СССР	12,3-27,2	1,0-1,6	0,7-1,0	ЕЭК ООН
США (кроме штата Калифорния)	2,15	0,25	0,63	ФТР-75
США (штат Калифорния)	2,1	0,25	0,4-0,6	ФТР-75
Швеция	24,2	2,1	1,9	ФТР-75
ФРГ	13,9	1,2	0,62	ЕЭС 70/220
Швейцария	9,3	0,9	1,2	ЕЭС 70/220
Япония	2,1	0,25	0,25	Японский

оборудование - газоанализаторы и дымомеры. В настоящее производство отечественных газоанализаторов и выпуск дымомеров ничтожно малы для такой огромной как в СССР транспортной системы.

В Советском Союзе на автотранспорте предпринимались пока введения штрафных санкции и административной ответственности за нарушение законодательства об охране атмосферного воздуха. Однако административное санкции не подкрепляемое техническими и экономическими возможностями не принесли существенных улучшений, по крайней мере до настоящего времени.

Транспортно-планировочные характеристики города непосредственно влияют на загазованность воздуха городских магистралей. Установлено влияние основных характеристик транспортного потока (интенсивность, плотность, структура, скорость и неравномерность движения) на уровень загрязнения улично-дорожной сети.

Величина загазованности в районе автомагистрали прямо пропорциональна интенсивности автомобилей. Однако состав выбросов зависит от качественного состава транспортного потока.

На выброс вредных веществ влияет скорость движения автомобилей. С увеличением скорости выделения продуктов неполного сгорания ( $\text{CO}$  и  $\text{C}_x\text{H}_y$ ) уменьшается, а выброс  $\text{x}^0\text{y}$  увеличивается. Исходя из критерия токсичности существуют рациональные значения скоростей у автомобилей различного типа [33]. Например, для легковых автомобилей эта скорость равна 40-60 км/час.

Связь неравномерности движения и общей токсичности выбросов показана в табл. 1.9 [31].

Наиболее неблагоприятными режимами работы двигателей автомобилей с точки зрения загрязнения воздуха являются режимы ускорения, замедления и холостого хода. Поэтому чрезмерное

наличие светофоров, а также других помех движению транспорта, приводит к увеличению выброса вредных веществ.

Таблица 1.9

Влияние режима работы двигателя на выброс отработанных газов

Режим работы двигателя	Доля режимов, %					
	по времени	по объему отработанных газов	По выбросам			по расходу топлива
			СО	СН	NO	
Холостой ход	39,5	10	13-25	15-18	0	15
Разгон	18,5	45	29-32	27-30	75-86	35
Установившийся режим	29,2	40	32-43	19-35	13-23	37
Принудительный холостой ход	12,8	5	10-13	23-32	0-1,5	13

В таблице 1.10 представлены сравнительные расчетные показатели влияния основных планировочных систем построения сети магистральных улиц, и дорог на уровень загрязнения городской территории автотранспортом [58].

Таблица 1.10

Условные сравнительные показатели влияния планировочных систем на уровень загрязнения автотранспортом

Показатели	Прямоугольно-квдратная сеть		Радиально-кольцевая сеть		Прямоугольно-линейная (2:1) сеть	
	Линейная плотность, кг/км <sup>2</sup>					
	2	4	2	4	2	4
1	2	3	4	5	6	7
Площадь, км <sup>2</sup>	49	49	49	49	49	49
Длина магистралей, км	98	196	98	196	98	196
Количество узлов	49	196	49	196	45	181
Средняя длина перегона, км	1,00	0,50	1,08	0,54	1,12	0,56

Продолжение таблицы 1.10

1	2	3	4	5	6	7
Пробеговой выброс СО от одного автомобиля (расчетного):						
а) в среднем по сети г/км	32,0	40,0	31,9	38,9	31,1	38,2
то же, %	100	100	99,7	97,0	97,1	95,5
б) в пределах центра, г/км	32,0	40,0	55,0	59,0	31,1	38,2
то же, %	100	100	172,0	148,0	97,1	95,5
Транзит через центр, %	12	12	33	24	12	12

Сравнительный анализ данных табл. 1.9 показывает, что планировочная схема городской сети улиц и дорог вносит свой "вклад" в величину вредных выбросов автотранспортом. В частности, радиально-кольцевая схема вызывает увеличение выбросов по направлению к центру города по сравнению с прямоугольно-квадратной или прямоугольно-линейной.

Также, различные конкретные планировочные мероприятия могут существенно уменьшить влияние транспортного загрязнения на реципиентов: трассировка особо нагруженных магистралей на территориях непригодных для жилой застройки, в санитарно-защитных зонах, полосах отвода железных дорог; использование подземного пространства; организация бестранспортных и пешеходных зон; строительство зданий с повышенной шумо- и защитной эффективностью.

Снижение воздействия транспортных потоков на городскую среду может обеспечиваться инженерно-техническими средствами защиты от транспортных загрязнений табл. 1.11.

Огромный резерв экономии топлива и уменьшения токсичности отходящих газов зависит от условий эксплуатации транспортных средств. Например, стабилизация работы карбюратора и регулярная его проверка

позволяет снизить выбросы отработавших газов на 20-50 %; применение электронной системы зажигания может снизить выбросы на 20-40 %; использование рациональных передач при движении уменьшает выбросы на 25-40 % [58].

Таблица 1.11

Инженерно-технические средства защиты от  
транспортных загрязнений

Вид защитного сооружения	Размеры сооружения, м	Снижение загазованности воздуха, %
Экран- стенка	2	42...44
	4	45...50
	6	50...55
Выемка (с откосами)	2	26...28
	6	62...67
	10	75...80
Выемка (с подпорными стенками)	2	32...34
	4	65...70
	6	80...85
Земляная насыпь (кавалъер)	2	37...43
	4	40...45
	6	45...60
Проезжая часть на насыпи	2	32...36
	6	35...45
	10	40...50
Стенка экран (на насыпи)	2/2	44...46
	2/4	45...50
	4/2	45...50
Полосы зеленых насаждений	5	22...28
	10	53...60
	20	60...70
Здания	15 (5 эт.)	53...62
	27 (9 эт.)	65...80
	36 (12 эт.)	70...95
	48 (16 эт.)	80...95

К техническим мероприятиям, связанным со снижением вредных воздействий отработавших газов в источнике их образования автомобилей, относятся мероприятия по совершенствованию конструкций автомобилей. Исследования Челябинского политехнического института показывают, что отдельные конструктивные мероприятия могут существенно снизить выброс отработавших газов. Предполагаемое снижение выброса, например, от использования анти-токсичных устройств - 30-60 %, от снижения гидравлического сопротивления воздухоочистителя - 20-30 %, совершенствование компоновки автомобиля и его узлов - до 10-15 % [34].

Экономия моторного топлива идет также за счет уменьшения массы автомобиля. Экономический эффект от снижения массы автомобиля охватывает как область производства так и сферу эксплуатации автомобиля. Это наглядно показано в работе [38], где проведен технико-экономический расчет снижения материалоемкости автомобильного парка.

Зарубежные автомобилестроительные фирмы уделяют большое внимание снижению собственной массы автомобиля. Например, средняя масса легковых автомобилей, выпускаемых крупнейшими фирмами США за период с 1978 по 1985 года уменьшилась на 7-8 % [83], табл. 1.12.

Таблица 1.12

Средняя масса легковых автомобилей, кг

Фирма-изготовитель	1978 г.	1985 г.	% уменьшения массы
Дженерал Моторс	1720	1410	8,2
Форд	1900	1360	7,2
Крайслер	1590	1130	7,1

Характерен прогноз, выполненный в США, по изменению доли

различных материалов при производстве американских легковых автомобилей, табл. 1.13 [70].

Таблица 1.13

Прогноз доли различных конструкционных материалов при производстве легковых автомобилей в США, %

Материалы	1975 г.	1980 г.	1980 г.
Сталь	61	57	54
Чугун	16	14	8
Алюминий	3	6	12
Пластмассы	4	7	9
Прочие материалы	16	16	17
Всего	100	100	100

Фирмы-изготовители легковых автомобилей ФРГ считают, что уменьшение массы легкового автомобиля среднего класса на 100 кг позволяет снизить расход горючего на 1 литр на 100 км пути. Итальянский концерн "Фиат" полагает, что снижение средней массы производимых в стране автомобилей на 30 % дает экономию топлива на 14 %.

Большим вкладом в борьбу с загрязнением воздушного бассейна может стать использование новых видов моторных топлив.

Водород выступает одним из экологически наиболее предпочтительных заменителей бензина. Преимуществом водорода является то, что он оказывает двойное действие: не только снижает выбросы практически всех токсичных компонентов отработавших газов, но и повышает топливную экономичность. В настоящее время проведены испытания различных типов двигателей на чистых углеводородах топливах с добавкой водорода. Работы, выполненные в ИПМаш АН УССР, а также в автомобильном и автотопном научно-исследовательском институте показали, что 10 %-ная (по массе) добавка водорода

не только резко снижает выбросы токсичных компонентов отражавших газов, но и обеспечивает экономию топлива на 23 % (при пересчете водорода по теплотворной способности на бензин), а экономия бензина составляет около 50 % [62].

Возможность уменьшения токсичных выбросов при использовании водорода как добавки к бензину получена и в других исследованиях, табл. 1.14 [26].

Таблица 1.14

## Влияние добавок водорода на токсичность автомобиля

	Выброс токсичных веществ, г/кг		
	СО	СН	NO
На бензине	25,9	1,4	1,18
На бензине с добавкой водорода	1,33	1,9	0,15

Практическое использование водорода как топлива сопряжено с техническими трудностями при его получении, заправка и хранении на автомобилях. Получение водорода пока обходится вдвое дороже получения равного ему по энергоемкости количества бензина.

Важное экономическое и экологическое значение имеет перевод части автомобильного транспорта на газовое топливо. Газовые виды моторного топлива включают компримированный (сжатый) природный газ (КПГ), газовый конденсат и сжиженные нефтяные газы пропанбутановых фракций (СНГ), сжиженный природный газ (СПГ).

Меньшее количество токсичных составляющих в выхлопных газах является важной особенностью газовых видов топлива. Сжигание в двигателях природного газа снижает выбросы углеводородов почти в 2 раза, оксида углерода в 20 раз, окиси азота более чем в 15 раз, серы и

прочих в 10 раз [15]. Сравнивая электроэнергию, как движитель для электромобилей, с газовыми видами топлива, приходится признать, что экологическая чистота электромобилей кажущаяся. В расчете на единицу пробега электромобиля выбросы при производстве электроэнергии превышает аналогичные выбросы автомобилей, использующих газовые вида топлива, табл. 1.16 [76].

Таблица 1.15

#### Экологическая характеристика альтернативных топлив

Вид моторного топлива	Выбросы в атмосферу, г/кг				
	CO	CH	NO	SO <sub>x</sub>	Прочие
Бензин	5,9	0,27	2,6	1,2	0,18
КПГ и СПГ	0,03	0,16	0,15	0,11	0,018
Электричество (тепловые станции)	0,11	0,03	2	1,8	0,05

В основном, технические проблемы, связанные с переводом автомобилей на газовое топливо решены. Однако, в настоящее время, строительство специализированных заправочных станций обходится дорого и является мощным сдерживающим фактором на пути замены бензина газом.

Еще один вид перспективного топлива - газогидрат. Природный газогидрат - это молекулярное соединение газа метана и воды. При нормальном давлении один кубический метр газогидрата выделяет примерно 200 м<sup>3</sup> газа. По самым скромным оценкам запасы газогидратов в сотни раз превышает запасы угля, нефти и газа во всех разведанных месторождениях. Зоной распространения газогидрида является более половины территории СССР.

Развитие химической промышленности дало возможность создать искусственные виды топлива. А именно - метанол (метиловый спирт) и

этанол (этиловый спирт), В промышленно развитых капиталистических странах с ограниченными ресурсами нефти в качестве автомобильного топлива все шире используются синтетические спирты. Очень хорошие результаты дает применение спиртов в качестве добавок в количестве 10-12 % к традиционному автомобильному горючему. Например, добавке метанола позволяет развивать мощность на 5-7 % выше, чем при работе на обычном бензине. При этом экономия бензина составляет 15-18 %, концентрация окислов азота в отработавших газах уменьшается на 70 %, окиси углерода - на 10 %, углеводородов - на 10-20 %.

Следует упомянуть и о других синтетических спиртовых топливах: трибутанол или трибутиловый спирт и метал-трибутиловый эфир, используемых в качестве добавок к традиционным видам топлива.

В последние года производство синтетического бензина из угля получает широкое распространение. Процесс получения следующий: сначала уголь подвергают газификации, а затем сжигает газ в присутствии катализатора и получают различные жидкие фракции. Существует еще один интересный метод получения синтетической нефти, который заключается в переработке использованных автомобильных шин и прочих резиновых отходов.

Добыча жидкого топлива из сланцев и песчаников требует очень дорогой технологии и поэтому особенного распространения не получила.

В завершение обзора новых видов моторного топлива очень интересна наш взгляд, сравнительная эффективность использования альтернативных топлив транспортом, проведенная американской газовой ассоциацией [76] табл. 1.16 (дается по источнику [15]).

Таблица 1.16

Эффективность использования альтернативных топлив транспортом (в относительных единицах)

Вид моторного топлива	Затраты энергии на производство	Стоимость единицы пробега
Бензин из нефти	100	100
Синтетический бензин из угля	160	120
Компримированный природный газ (КПГ)	130-140	90
Сжиженный природный газ (СПГ)	125	85
Пропан	105	80-90
Электроэнергия (тепловые станции)	65	150
Электроэнергия (ядерные станции)	40	130
Метанол	160	150
Этанол	170	180

Вывод. Экономия традиционных и применение новых видов моторных топлив с целью предотвращения загрязнения окружающей среды включает в себя большой набор самых разнообразных мероприятий. Комбинации этих мероприятий порождают еще большее количество различных вариантов топливной экологичности. Выбор наиболее экономически эффективного из них требует учета не только технико-экономических показателей, а и в обязательном порядке учет экологических последствий. В этом отношении определение эколого-экономической эффективности топливосберегающих мероприятий представляется инструментом социально-экономического управления, который позволяет выработать техническую, гигиеническую, градостроительную политику, выбирать варианты новой экологической техники, планировать техническое развитие транспортных средств, стимулировать научно-технический прогресс в области охраны

окружающей среды. Эффективность капитальных вложений в экологически чистые транспортные решения должна основываться на стратегии, предусматривающей не только ликвидацию отрицательного воздействия, но и устранения самых причин загрязнения, т.е. переход на двигатели и технику, не загрязняющие атмосферу.

## 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОТОРНОГО ТОПЛИВА АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ

2.1. Экологические затраты общественного производства. Сопряженный экономический ущерб.

На современном этапе развития общества требования экологичности в масштабе всей народнохозяйственной деятельности неразрывно связано с социальными задачами. Вопросы экологии приобрели статус социальных и игнорирование их с экономической точки зрения носит антиобщественный характер.

Экономически неприемлемы, т.е. совсем не должны рассматриваться экономической наукой как один из возможных путей достижения полезного результата, любые хозяйственные мероприятия, не удовлетворявшие определенным, хотя бы минимальным экологическим требованиям. Нарушение последних (загрязнение атмосферного воздуха, воды, почвы) - не способ повышения экономического объекта (например, благодаря снижению затрат на производство), а свидетельство неблагополучия самого общества.

В практическом плане взаимосвязка социальных (в частности экологических) и экономических требований сводится к задаче соответствия средств и целей, экономики и политики, хозяйственных решений и их социальной целенаправленности. В процессе подготовки и принятия хозяйственных решений можно выделить одно общее свойство. Оно заключается в вариантности возможных способов достижения одних и тех же целей. Требования экологической безопасности или экологического благополучия выступает как требования социальной направленности хозяйственных решений и действий, заранее задаваемой социальной результативности. Экологические требования выступают как приоритетные в сравнении с технико-экономической эффективностью.

Вернее, должны выступать. В настоящее время, в основном, сознательно или бессознательно, предпочтение отдается максимуму технико-экономического объекта. В таких случаях общество часто несет невосполнимые потери.

Проблема охраны окружающей среды предполагает безусловную приоритетность критериев экологической безопасности перед критериями технико-экономической эффективности. Но, как в таком случае сравнение вариантов хозяйственных решений?

По нашему мнению, наиболее исчерпывающе ответил на этот вопрос д.э.н., профессор Б.Ракитский.

"Исходя из стратегических и этапных задач делимо быть осуществлено ранжирование целей. К высшим рангам следует отнести социальные цели и требования экологической безопасности, к низшему рангу - максимизацию экономической эффективности. Варианты хозяйственных решений первоначально проверяются на соответствие социальным целям и требованиям экологической безопасности. Вполне возможно, что некоторые из них окажутся несоответствующими этим целям и требованиям. Такие варианты выбрасываются независимо от их экономической эффективности (подчеркнуто нами, А.З.). К заключительному туру сравнений принимается только социально и экологически допустимые (и в этом смысле эффективные) варианты. Заключительный тур - это сравнение экономической эффективности. Здесь побеждает самый экономичный из числа социально-эффективных и экологически допустимых" [54].

Итак, подводя итог рассуждений о взаимодействии экономических и экологических аспектов, можем констатировать, что экономические критерии - это механизм достижения социальных (экологических) целей с минимумом народнохозяйственных затрат, а не самодавлеющая цель в рамках общественного производства.

Теперь обратимся к уяснению социально-философского понятия "общественное производство". Это необходимость возникает в связи с тем, что общественное производство является отправным пунктом любых экономических исследований. В настоящее время отчетливо выявились две основные тенденции в понимании общественного производства.

Представители первой точки зрения сводят понятие "общественное производство" к материальному производству на данной конкретно-исторической ступени развития общества. "В таком случае материальное производство трактуется и как образ жизни людей, формирующий и развивающий самих индивидов, как способ их социального бытия. Согласно данной точке зрения "разумная абстракция" общественного производства фиксирует то общее, что характерно для всех конкретно-исторических форм материального производства» а последнее как бы в свернутом виде содержит в себе то, что именуется общественным производством" [52]. По мнению сторонников этого направления при таком подходе материальное производство и общественное производство - "...понятие-синонимы, и всякое иное истолкование термина "производство" вряд ли уместно" [52].

Представители второй точки зрения усматривают в понятии "общественное производство" более широкое и богатое содержание, чем то, которое заключено в понятии "материальное производство". При этом ничуть не умаляется основополагающее значение и роль последнего в общественно-историческом процессе. Общественное производство рассматривается как "конкретно-историческая форма функционирования и развития определенным образом структурированной многообразной производственной деятельности людей" [52].

По нашему мнению вторая точка зрения наиболее полно отвечает

диалектике социально-экономического развития общества, которая рассматривает производство как целостное общественно-историческое явление, содержащее в самом себе причину своего изменения и развития, Этот подход позволяет рассматривать структуру и динамику производства как единое целое. Вне такого широкого подхода к проблеме общественного производства нельзя понять социально-экономическую, а значит и эколого-экономическую природу современного общества. Исходная предпосылка в том, "«что понятие производства применяется не только для характеристики деятельности людей по созданию средств и условий своей материальной жизни (материальное производство), но и в более широком плане — для выражения единства и взаимодействия производства, обмена, распределения и потребления, реализуемых в определенной общественной форме" /52/, "При этом экономические и человеческие начала или моменты производства мыслятся неотделимыми друг от друга.

Указанному теоретическому представлению противостояло (и противостоит до сих пор) другое, основанное на ...сведении всего процесса... производства преимущественно к производству средств к жизни, рассматриваемых в качестве "конечного продукта" производства. Экономическое в этом случае сказывается тождественном предметному, вещественному воплощению производственной деятельности - товарам, или "благам", человек ..."факторам производства, производительным работникам, рабочей силой, а общественные отношения - ... внешними социальными условиями "производства вещей". Производство утрачивает свою общественную сущность и органическую целостность, в рамках которой возможны противоречия между материальными и духовными, экономическим и человеческим в производственной деятельности" [52].

С позиций общечеловеческих ценностей вызывает интерес иное, "а именно, совокупное содержание и интегральный результат производственно-экономической деятельности людей, "конечном продуктом" которой выступает не только вещи, блага (материальное производство), не только идеальные продукты (духовное производство), но и в первую очередь само общество в его целостности, или, что то же самое, общественный человек в его отношениях с другими людьми" [52].

Нельзя говорить, что речь идет о расширении понятия производства и придания ему какого-то особого значения. В предлагаемой трактовке осуществлено соединение экономического и человеческого в деятельности людей. Пока оба этих момента разъединены, не совпадают друг с другом не только в современной практике хозяйствования, но и в теории. Это, в свою очередь, создает фундамент экономическому детерминизму. Социальность отождествляется с актом принятия решений в сфере экономики или сведение гениального к технологическому содержанию производственной деятельности, преувеличению роли хозрасчета и недооценки собственно социальных (человеческих) результатов и последствий хозяйствования.

Таким образом, понятие общественного производства упирается, в конечном счете, в собственно человеческое содержание производственной деятельности, где экономика выступает как специфическая (материальная или идеальная) форма развития самого человека. Именно в производстве общественного человека следует искать ключ ко всем проблемам, волнующим в настоящее время экономическую науку.

С позиции общественного производства целенаправленная человеческая деятельность имеет одну и ту же природу в любой сфере

производства, т.н. конечном и единственном результатом выступает сам человек во всем своем многообразии. Этот вывод не» обходим при рассмотрении экономической связи между различными отраслями единого народнохозяйственного комплекса.

С учетом вышеизложенного в рамках общественного производства экономические аспекты загрязнения окружающей среды имеют свою специфику. Отходы любой сферы общественного производства, выступающие загрязнителями, влияют на общество в целом, а следовательно и на различные сферы общественного производства. Учет отрицательных изменений в природе и обществе в результате антропогенной деятельности человека и их взаимосвязь с хозяйственным механизмом привели к рождению теории экономического ущерба. По своему содержанию экономический ущерб представляет собой затраты, вызванные отрицательным воздействием производственно-хозяйственной деятельности людей на различные элементы социальной сферы и природной среды. В рамках единого народнохозяйственного комплекса это воздействие проявляется на различных ступенях: в процессе производства, в процессах перераспределения и потребления материальных благ. Фактически, общество вынуждено нести дополнительные затраты, вызванные "потреблением" побочных, нежелательных, но реально существующих продуктов человеческой деятельности. Человек, как общественный индивид, хочет он этого или нет, "потребляет" выбросы вредных веществ в атмосферу через дыхание (непосредственное потребление) или через дополнительные затраты своего труда при производстве потребительных стоимостей (опосредованное потребление), "потребляет" отходы (или загрязнители) используя воду, вынужден подвергаться вредному воздействию пыли, шума, радиации и т.д. Для защиты от перечисленных негативных воздействий обществу необходимо нести дополнительные затраты. Это,

в первую очередь, затраты на укрепление здоровья людей (дополнительные затраты на лечение и профилактику болезней), дополнительные затраты на компенсацию интенсивного износа основных фондов промышленности, жилищно-коммунального хозяйства, увеличение затрат на производство продукции сельского, лесного, рыбного хозяйства и пр. В результате, экономический ущерб выступает как единая мера комплексной оценки влияния изменений окружающей среда на различные подразделения народного хозяйства.

Следовательно, если рассматриваем производство определенного вещественного продукта, то при определении затрат на его производство обязаны учитывать затраты труда во всех сопряженных сферах общественного производства, которые по сути непосредственно или опосредованно всегда участвуют в его создания.

Затраты труда, вызываемые антропогенными экологическими причинами, т.е. измененными трудом человека природными условиям производства, входят в состав затрат на производстве продукта и выступают в роли общественно необходимых затрат. Такие затраты в настоящей работе называются экономическим ущербом. По сути экономический ущерб выступает в роли сопряженных затрат, вызываемых экологическими изменениями в окружающей среде. Поэтому, суммирование затрат в различных сферах человеческой деятельности, направленных на достижение поставленной цели, не только возможно, а и необходимо. Только при таком подходе возможно действительное и полное определение затрат труда на достижение полезного результата.

Итак, приходим к выводу, что экономический ущерб как общественно необходимые затраты, выступает в роли экологических затрат общественного производства и может суммироваться с затратами труда различных сфер и отраслей общественного производства.

С другой стороны понятие "экономический ущерб" требует более детального рассмотрения. Нет необходимости подробно останавливаться на методологии экономического ущерба. Теоретические вопросы, касающиеся экономического ущерба, развивались и дополнялись в работах проф. О.Ф. Балацкого [9, 12], докторов экономических наук М.Я. Лемешева, К.Г. Гофмана [23, 25], Л.Г. Мельника [12, 41] и других. Проблеме экономического ущерба уделял большое внимание академик Т.С. Хачатуров [67]. Работы Р.Л. Раяцкаса [55], А.А. Гусева [25], П.М. Нестерова [48] и других ученых вносят существенный вклад в развитие теории экономического ущерба. Однако, практика использования в экономических расчетах экономического ущерба требует его дополнительного анализа с целью однозначности характеристики ущерба.

Анализ начнем с выяснения вопроса: где по отношению к источнику проявляются негативные последствия загрязнения? Бесспорно, что последствия наблюдаются, как и на объекте, загрязняющем окружающую среду, так и на всех объектах, попадающих в зону загрязнения. Однако, в силу финансово-инвестиционного разделения сфер общественного производства, выявление экологических затрат в виде экономического ущерба носит относительный характер. Об этом и говорит О.Ф. Балацкий и др. [12] акцентируя, что затраты по предотвращению ущерба в самом источнике, т.е. на предприятии, объединении, фабрике, не относятся к категории экономического ущерба. Эти затраты включаются в себестоимость производства самого предприятия-источника и переносятся на стоимость выпускаемого им продукта. На предприятиях и объектах, попадающих в зону загрязнения, происходит идентичная метаморфоза.

Себестоимость производимых продуктов на испытывающих загрязнение объектах также возрастает. В противном случае, если возрастания себестоимости не наблюдается, то нет и изменений в экономических показателях. В этом случае экономике, как науке, здесь нечего делать.

При таком подходе к расчету ущерба вполне правомерно перенесение экономического ущерба наносимого сопряженным народнохозяйственным объектом на стоимость продукта, выпускаемого в источнике загрязнения. Этот методический принцип является основополагаемым в диссертации. С позиций этого принципа рассмотрим определение экономического ущерба, данное во "Временной типовой методике..." [21]. Далее в работе, будем пользоваться расчётом комплексного экономического ущерба в соответствии и на основами упомянутой методики.

Во "Временной типовой методике..." (1983 г.) приводится следующее определение. "Загрязнение окружающей среды приводит к возникновению двух видов затрат в народном хозяйстве: затрат на предупреждение воздействия загрязненной среды на реципиентов (когда такое предупреждение, частичное или полное, технически возможно) и затрат, вызываемых воздействием на них загрязненной среды..."

Сумма затрат этих двух типов называется в настоящем документе экономическим ущербом, причиняемым народному хозяйству загрязнением окружающей среды" [21].

Экономический ущерб в контексте "Временной типовой методики..." не учитывает фактор относительности. Это нужно помнить при использовании ущерба в расчетах. При сопоставлении ущербов друг с другом (ущербы по вариантам) значения комплексных экономических ущербов сравнимы и могут складываться и вычитаться при условии тождества полезного результата. При использовании экономического

ущерба совместно с экономическими показателями на предприятии-загрязнителе (себестоимость, приведенные затраты) необходимо значение полного (комплексного) экономического ущерба уменьшить на величину ущерба, наносимого предприятием самому себе.

Проведенный анализ позволяет выделить методические требования, которое необходимо учитывать, используя в практических расчетах понятие экономического ущерба.

Во-первых, экономический ущерб, возникает в сопряженных сферах общественного производства, сопряженных по отношению к исследуемой сфере. Во-вторых, это не учитываемые затраты на уровне предприятия-загрязнителя или отрасли-загрязнителя.

Принимая во внимание эти требования под экономическим ущербом понимается: не учитываемые на уровне конкретного предприятия или отрасли затраты в сопряженных сферах общественного производства, направляемые на предотвращение негативных экологических изменений, а также для компенсации проявляющихся отрицательных последствий. Понятие ущерба в предложенной трактовке назовем сопряженным экономическим ущербом.

Для выяснения различия между комплексным экономическим ущербом и сопряженным экономическим ущербом рассмотрим пореципиентную структуру экономического ущерба. В работе Л.Г.Мельника даны виды и составляющие пореципиентного экономического ущерба в усредненной структуре этого ущерба [41]. Однако, в упомянутой работе экономический ущерб по транспортной промышленности учтен частично (общественный транспорт в составе жилищно-коммунального хозяйства). В табл. 2.1 представлены составляющие экономического ущерба от загрязнения атмосферы с учетом транспорта.

Таблица 2.1

## Составляющие экономического ущерба от загрязнения атмосферы

Вид пореципиентного ущерба и его ориентировочная доля в усредненной структуре комплексного ущерба	Составляющие пореципиентного ущерба и их ориентировочная доля в усредненной структуре этого ущерба
1	2
Ухудшение здоровья населения, 42 – 44%	Затраты на медицинское обслуживание, 36%; недопроизводство национального дохода в результате невыхода на работу, 48%; выплаты пособий по временной нетрудоспособности или по уходу за больными, 16%.
По жилищно – коммунальному хозяйству, 30 – 32%	Затраты на содержание: элементов жилого фонда, 39%; городской инфраструктуры и уборки городской территории, 58%; зеленых насаждений города, 1%; затраты на дополнительные бытовые услуги, 3%.
По сельскому хозяйству, 5 – 6%	Растениеводству, 80%; животноводству, 20%.
По лесному хозяйству, 5 – 6%	Потеря товарной древесины, 20%; потеря продукции комплексного использования древесины, 21%; ущерб от ухудшения рекреационных, водоохраных, атмосфероочищающих, почвозащитной и других функций леса, 48%; прочие потери, 11%.
По промышленности, 10 – 12%	Ущерб от повышенной коррозии основных фондов, 50%; потеря ценного сырья с отходящими газами, 40%.

## Продолжение таблицы 2.1

1	2
По транспорту, 4 – 5%	Ущерб от усиленной текучести кадров, 10%. Повышенная изнашиваемость средств производства.

Из таблицы 2.1 видим, что часть составляющих ущерба входит в состав себестоимости продукции. Например, для промышленности, все составляющие ущерба по промышленности входят в состав себестоимости продукции промышленности (10 – 12%). Также, в составе ущерба от ухудшения здоровья населения недопроизводство национального дохода и выплата пособий по временной нетрудоспособности отражены в себестоимости продукции (27 – 28%). Поэтому, при суммировании экономического ущерба от загрязнения окружающей среды (атмосферы в данном случае), например, с себестоимостью продукта, вышеперечисленные составляющие ущерба должны быть исключены из расчёта. Оставшаяся часть экономического ущерба, которая и называется сопряженным экономическим ущербом, входит в состав экологических затрат производственного процесса. В общем виде величина сопряженного ущерба ( $\bar{Y}$ ) равна:

$$\bar{Y} = Y - Y_{\text{пр}}; \quad (2.1)$$

где  $Y$  - комплексный экономический ущерб, рассчитанный в соответствии с [21];

$Y_{\text{пр}}$  - экономический ущерб, наносимый предприятием (отраслью) себе. Рассчитывается так же на основании [21].

Вывод. При условии перенесения экологических затрат в виде экономического ущерба на стоимость продукции необходимо использовать величину сопряженного экономического ущерба, который

меньше комплексного на величину экономического ущерба, наносимого предприятием самому себе. Разделение ущерба на комплексный (полный) и сопряженный – новая классификация экономического ущерба в зависимости от его участия в образовании величины эколого-экономических затрат общественно производства.

## 2.2. Условия эколого – экономической сопоставимости вариантов

Определение экономического эффекта возможно при наличии не менее двух сравниваемых вариантов технического решения. Сравнительная экономичность вариантов и выбор на этой основе наиболее эффективного из них возможны лишь при соблюдении условия тождества непосредственных (либо конечных) полезных результатов применения соответствующих способов и средств. Оно обеспечивается, если по каждому из вариантов достигается производство продукции (или работы) одного и того же: функционального использования, качества, количества (объёма), в одни и те же установленные сроки при сходных социальных результатах. К социальным результатам наряду с другими относится степень влияния каждого варианта на окружающую среду.

При этом никакого значения не имеют различия в конструкции средств труда или качественные характеристики предметов труда. Например, бензин различных марок, дизельное топливо или газ (сжатый, сжиженный, нефтяной) отличаются по химическому составу, физическим свойствам, способу производства и эксплуатации, тем не менее их можно сравнивать при определении экономического эффекта, ибо они могут использоваться для выполнения одной и той же работы – пространственному перемещению людей и грузов.

Тождество непосредственных (продукция, работа) либо конечных

сопоставляемых результатов с точки зрения целей общественного производства сводит все различия между сопоставляемыми вариантами только к различию затрат общественного производства. Это позволяет дать оценку вариантов и выбрать относительно наилучший вариант на основе расчета и сопоставления затрат.

Использование понятий «непосредственный» и «конечный» результат требует объяснения. В зависимости от уровня достижения цели результаты подразделяются на непосредственные и конечные. непосредственные результаты выявляются на уровне деятельности отрасли, отдельного подразделения народного хозяйства. Например, целью транспортной промышленности является перемещение грузов и людей, т. е. для транспорта перемещение – конечный результат. С позиции общественного производства перемещение грузов и людей есть уже не цель, а лишь средство для достижения конечных целей более высокого порядка, т. е. перемещение выступает в роли непосредственного результата.

При решении проблемы тождества результатов сравниваемых вариантов следует отметить следующее. Если мероприятия по новой технике или новым предметам потребления вызывают изменения только объёма производства продукции, то сферой расчета экономического эффекта является отрасль производства этого продукта. Применительно к автомобильному топливу при производстве бензина одной марки (например, А – 76), достаточно подсчитать экономический эффект в нефтеперерабатывающей промышленности, или на предприятии. Именно здесь можно достичь тождества непосредственных результатов. Когда по вариантам производства продукции имеет место различия его качества, то сферой расчета выступает сфера использования продукции. Данное требование относится к предмету исследования нашей работы.

Нам необходимо сравнить разнокачественное автомобильное топливо (бензин, дизтопливо, газ и др.) и предложить экономический механизм выбора наименее затратоёмкого.

При выборе средств и предметов труда. Рациональных способов их использования, возможны случаи, когда сравнительным вариантом на первый взгляд невозможно обеспечить тождество результатов. Особенно наглядно проявляются различия в экологических характеристиках мероприятий. Разница в массе выбрасываемых загрязнителей, их составе, а следовательно, и в экологических последствиях выбросов, затрудняют приведения к тождественности. На практике часто применяются различные дополнительные эколого – экономические показатели, которые рекомендуется принимать во внимание наряду с показателем экономического эффекта. На этом основании иногда делаются неправильные выводы якобы о невозможности интегральной оценки их сравнительной экономичности и даже о невозможности вообще выбора объективно рациональных вариантов. С такими выводами нельзя согласиться.

Приведение к тождеству полезных результатов первоначально принимаемых к сопоставлению мероприятий – неременный этап оценки сравнительной экономичности вариантов и выбора экономически наиболее эффективного из них.

Каким же образом учесть экологические критерии в сравниваемых вариантах? Подойдем к решению вопроса следующим образом. В утвержденной методике определения эффективности новой техники [42] по некоторым показателям, например, по объему производства или срокам службы, механизм приведения в сопоставимый вид уже заложен в формулах расчета экономического эффекта и срабатывает «автоматически». Анализ показывает, что упомянутые показатели заложены в формулы расчета эффекта изначально, в виде

составляющих, характеризующих годовой объем производства продукции (работы), а также в виде необходимых затрат. Воспользуемся этим выводом для достижения сопоставимости и будем рассматривать массу загрязнителей как продукт производства. Отсюда вытекает новое понимание результата при производстве продукта. Ранее производство продукта в сфере материального производства рассматривалось как конечная цель материального производства.

Экология же требует рассматривать производство материальных продуктов в единстве с качеством окружающей природной среды, а значит на уровне более широком, чем уровень материального производства.

Производительное функционирование любой сферы общественного производства – открытая система, на выходе которой вместе с полезным материальным продуктом, вещью, существует и выход побочных продуктов – отходов производства. И то и другое – результат производства, его продукция. Продукт, ради которого осуществляется производственный процесс, например перемещение, основной. Но существующая технология, наряду с основным продуктом с заранее планируемыми свойствами, «производит» и продукт в виде отходов, свойства которого носят «случайный» характер. Общество потребляет продукт (перемещения) то ли производительно (например, перевозка народнохозяйственных грузов), которое носит характер претворения в жизнь заранее заданной цели. Также общество потребляет и продукт в виде отходов, которые до настоящего времени не носят статус заранее учитываемого неизбежного результата.

Потребление отходов идет независимо от наших желаний, а в силу объективных законов природы, вне которых не существует

общество. Производительное потребление отходов выступает в виде уменьшения срока службы основных фондов, в ухудшении заранее заданных технологических требований к предметам и средствам труда. Это в свою очередь ведет к изменению условий труда и как результат, к изменению затрат труда при производстве материальных благ. В сфере личного потребления (т. е. потребление человеком отходов через дыхание, воду, пищу) приводит к изменению психологического и биологического состояния человека, что сказывается на его труде. Через психобиологическое состояние человека отходы (загрязнители) влияют на процесс труда. Для восстановления и поддержания нормативной трудовой деятельности человека общество увеличивает затраты на восстановление его трудоспособности. Живой труд человека выступает составной частью производительных сил общества и составляет часть затрат в производстве конкретного продукта.

Если рассматривать продуктом любого подразделения народного хозяйства экологическую продукцию, которая состоит из суммы продуктов в виде благ и услуг и «продуктов» в виде отходов (загрязнителей окружающей среды), то затраты на ее производство состоят из суммы затрат труда производственного процесса по производству продукта (новая техника, топливо) и затрат труда по поддержанию производительных сил (средств труда, предметов труда, труда человека) на требуемых обществом, заранее заданных уровнях. Необходимость поддержания производительных сил выступает следствием экологических изменений в природе и обществе. Поэтому эти затраты выступают в роли экологических.

Открывается новая грань в понимании потребительной стоимости продукта. Производство материальных ценностей требует достижения двуединой цели. Сформулировать цель можно так.

Одновременно при производстве продукта производится и определенное качественное состояние окружающей природной среды. То есть, результатом производства выступает вещественный продукт в совокупности с качественными характеристиками окружающей среды. Это уже новый продукт, хотя внешне, по физическим, химическим и другим критериям ничем не отличается от того продукта, который произведен без учета экологических требований. В результате технической, физической тождественности материального продукта возникает его будто бы мнимая идентичность с продуктами, произведенными с учетом экологических требований. Однако для общества эти продукты различны, потому что созданы по существу различные потребительные стоимости. В первом случае произведен продукт и ухудшено качество окружающей среды, во втором случае произведен идентичный продукт и сохранено существующее до начала производства качественное состояние природной среды. В результате созданы две совершенно различные потребительные стоимости. При расчете сравнительной экономической эффективности необходимо выдержать условие сравнения – тождество полезного результата. Отсюда, сравнение затрат на производство одного и того же продукта, но без учета экологических целей при его создании, противоречит требованию сравнения – тождеству полезного результата.

С другой стороны, если полезный результат в виде произведенной продукции легко измеряется в натуральных показателях, то полезный результат в виде неизменного или улучшенного качества окружающей среды измерить в натуральном выражении проблематично. Поэтому, при эколого-экономическом сопоставлении рекомендуется условием сравнения принять тождество потребляемого результата. На наш взгляд понятие потребляемого результата является более широким и

включает в себя наряду с полезным результатом процесса так же и негативные результаты (последствия) процесса производства.

Возникает необходимость ввести в практику вместо показателей полезного результата, в виде объема производства продукции или объема выполненной работы, новые показатели, в виде объема производства экологопродукции или объема выполненной экологоработы. Экологопродукция (экологоработа) – интегральный результирующий показатель, учитывающий не только объем ожидаемого результата в натуральном выражении (новая техника, материалы, сырье, топливо: в штуках,  $m^3$ , тоннах и литрах), а их объем сопутствующих ожидаемому результату отходов, попадающих в атмосферу, воду, почву<sup>1</sup>. В отличии от сложившегося понятия продукта, как потребительной стоимости, не учитывающей отходы производства, назовем результат производственного процесса продуктоотходами. В диссертации учитываются отходы в виде выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Поэтому, в частности, экологопродукция будет выступать в роли продуктовыбросов.

В показателе экологопродукции в виде продуктовыбросов следует помнить, что величина выбросов также должна быть приведена в сопоставимый вид. Эта задача уже решена. Временная типовая методика...[21] требует сопоставления разнокачественных выбросов по относительной агрессивности. Все примеси из общей массы выбросов измеряются агрессивностью монооксида углерода, агрессивность которого условно принята за единицу. Величина выбросов измеряется в условных тоннах.

При сравнении вариантов требуется обязательное соблюдение

---

<sup>1</sup> Естественно, что возвращаемые в производственный процесс отходы не входят в состав экологопродукции.

ингредиентного равенства учитываемых выбросов. Только в этом случае выдерживается тождественность выбросов и возможность сопоставления приведенных выбросов.

Вывод. Использование в виде непосредственного результата показателя экологопродукции выводит нас на уровень эколого-экономической эффективности. В такой трактовке эколого-экономическая эффективность – шаг на пути от технико-экономической эффективности к социально-экономической. Учет экологических критериев – составная часть социальных требований современного общества.

Общеизвестно, что экономический эффект равен разности затрат труда по рассматриваемым вариантам. Эколого – экономический эффект может быть получен, если в составе затрат учтены затраты, вызываемые экологическими последствиями. Учет экологических затрат общественного производства в виде сопряженного экономического ущерба. С другой стороны эколого-экономический эффект может быть получен, если потребляемый результат выступает в виде эколого – продукции. Только при единстве двух вышеперечисленных сторон будет достигнута сопоставимость затрат на экологопродукцию и возможен расчет сравнительной эколого – экономической эффективности.

### 2.3. Определение эколого-экономических составляющих использования топлива

В общем виде при расчете экономической эффективности различают в составе затрат капитальные затраты (капиталовложения) и текущие затраты.

До момента превращения в капитальные вложения все элементы

капитальных затрат находились в пространственном процессе. В процессе производства материальных продуктов, входящих в состав капитальных затрат, и вплоть до момента превращения их в основные фонды, существовала их экологопроизводственная связь с окружающей средой. Например, грузовой автомобиль, выступающий для автопредприятия в момент его приобретения в виде капитальных затрат, является продуктом производства автомобильного предприятия. Автомобильное предприятие для производства транспортного средства использует металл, дерево, резину, пластмассы, а также энергетические ресурсы. Производство любого вида сырья и энергии связано с экологическими издержками его получения. Рассматривая цепочку от добычи исходного сырья (металлические руды, минеральное сырье, древесина и т. п.) и до превращения его в непосредственный продукт (грузовой автомобиль), выступающий в виде капитальных вложений, необходимо учесть экологическую составляющую его производства. Такой экологической составляющей выступает экономический ущерб. Экономический ущерб, нанесенный обществу производством непосредственного продукта, выступающего впоследствии в виде капитальных вложений, назовем экономическим ущербом капитальных вложений. Его величина состоит из суммы локальных ущербов, наносимых обществу на протяжении всей цепочки процесса производства в пересчете на совокупность всех материальных (вещественных) продуктов, входящих в состав капитальных вложений.

Такой подход в эколого-экономической оценке капитальных вложений основан на том, что для общества в целом в капитальные затраты входят неучтенные экологические затраты, измеряемые величиной сопряженного экономического ущерба. Сопряженный экономический ущерб в частности затрат

непроизводственной сферы, — это один из видов затрат на мероприятия социального назначения. Учет этих затрат не противоречит общепринятому поэлементному составу капитальных вложений. В общем виде общая величина капитальных затрат с учетом экологических ( $K_э$ ) равна:

$$K_э = K_п + \bar{Y}_к ; \quad (2.2)$$

где  $K_п$  - производственные капитальные затраты;

$\bar{Y}_к$  - сопряженный экономический ущерб капитальных затрат.

Производственные капитальные затраты ( $K_э$ ) включают затраты прямо или косвенно связанные с производством данной продукции и учитывают капиталовложения, обусловленные: использованием комплекса основных фондов (оборудование, сооружения и устройства, здания, дорогостоящая оснастка и т. д.) и оборотных фондов (запасы материалов, топлива, покупных полуфабрикатов, малоценной оснастки, заделы деталей и т. д.), необходимыми для изготовления этой продукции; созданием новых и использованием существующих энергетических, транспортных, водных и других коммуникаций; использованием средств непроизводственного характера (коммунальное хозяйство, жилые дома, оздоровительные учреждения и т. д.), если они различаются по вариантам; выполнением работ на всех стадиях создания и внедрения комплекса средств капиталовложений (выполнение научно – исследовательских работ, опытно - конструкторских разработок, техническую подготовку и освоение); необходимостью предотвращения отрицательного влияния эксплуатации данных средств на окружающую среду; требованиями улучшения условий труда; миграции и подготовкой рабочей силы, а также другими причинами.

Сопряженный экономический ущерб капитальных затрат ( $\bar{Y}_k$ ) включает затраты, обусловленные изменением экологической обстановки и не учитываемых или не полностью учитываемых в составе производственных капитальных затрат. К ущербу капитальных затрат относятся: ущерб на всех предприятиях промышленности, испытывающих экологическую нагрузку от деятельности предприятий, выпускающих ту продукцию, которая входит в состав производственных капитальных вложений ( $K_{\text{п}}$ ); ущерб сельскому и лесному хозяйству от деятельности капиталобразующих производств; ущерб здравоохранению и жилищно-коммунальному хозяйству в той части, в которой оказались неучтенными затраты в эти сферы в составе производственных затрат.

В хозяйственной практике состав затрат, включаемых и не включаемых в себестоимость промышленной продукции, устанавливается в централизованном порядке. Однако, сложившаяся в настоящее время на практике форма выделения себестоимости из общих издержек производства уже не отвечает современному уровню развития экономической науки. В состав себестоимости целесообразно включать затраты, которые хотя прямо и не связаны с производством и реализацией продукции на уровне отдельных отраслей народного хозяйства, но обусловлены непосредственно общественным характером производства. К ним следует, например, отнести расходы (отчисления) на подготовку кадров, плату за природные ресурсы и другие. К ним относятся и экологические затраты в виде экономического ущерба. Как отмечалось ранее, экологические затраты на предотвращение загрязнения на самом предприятии входят в состав себестоимости. Это правомерно и логично с позиции предприятия, как самостоятельной финансово-хозяйственной единицы. С позиций же общественного

производства правомерно и логично в состав себестоимости включать затраты, вызываемые производством в сопряженных сферах общественного производства. Затраты, вызываемые в сопряженных сферах общественного производства в результате качественного изменения окружающей среды (сопряженный экономический ущерб) назовем экологической себестоимостью, или себестоимостным сопряженным экономическим ущербом.

В общем виде себестоимость продукции с учетом экологических затрат ( $C_э$ ) равна:

$$C_э = C_п + \bar{Y}_c ; \quad (2.3)$$

где  $C_п$  - производственная себестоимость непосредственного продукта;

$\bar{Y}_c$  - себестоимостный сопряженный экономический ущерб,

наносимый при производстве продукта.

С точки зрения участия в создании новой стоимости практика включения экологических затрат в себестоимость продукции оправдана в том плане, что эти затраты представляют собой хотя и непроизводительные, но тем не менее общественно необходимые затраты, связанные с компенсацией отрицательных последствий влияния загрязненной окружающей среды.

Калькулирование себестоимости по элементам основывается на принципе участия затрат в образовании стоимости продукта. В соответствии с этим выделяются элементы затрат овеществленного труда и затрат живого труда. Первая группа представляет собой материальные затраты (затраты предметов труда) и стоимость износа основных фондов (затраты средств труда), определяемую размером амортизации основных фондов, вторая – трудовые затраты (заработную плату и начисления на неё).

Типовое калькулирование себестоимости по экономическим элементам затрат характеризует затраты в пределах отрасли или подотрасли. Затраты в рамках общественного производства включают в себя наряду с отраслевыми затратами затраты других сфер общественного производства, в частности экологические затраты в виде экономического ущерба. Исходя из поэлементного состава затрат в отрасли поэлементный состав экономического ущерба будет тем же. Идентичность поэлементного состава экономического ущерба вытекает из условия сопряженности затрат в форме ущерба по отношению к материальным затратам и к затратам средств труда, а также в необходимости его учета при образовании стоимости конечного продукта, общественного производства. Таким образом, можно сделать вывод, что в состав текущих затрат входит сопряженный экономический ущерб, возникающий при производстве предметов труда и сопряженный экономический ущерб, возникающий при производстве средств труда, участвующих в производстве непосредственного продукта.

Величина экономического ущерба распределяется в соответствии с законом участия в образовании стоимости предметов и средств труда. Экономический ущерб, возникающий при производстве предметов труда (сырье, материалы, полуфабрикаты, топливо, энергия) переносится на продукт полностью. Экономический ущерб, возникающий при производстве средств производства (оборудование, здания, сооружения) переносится на продукт частями, по мере износа средств производства. Величина годового ущерба при производстве средств производства определяется в соответствии с принятой нормой амортизации основных производственных фондов в той отрасли, в которой определяется себестоимость.

Наряду с экологическими затратами, переносимыми на стоимость продукта в процессе производственного потребления предметов и

средств труда, возникают экологические затраты в процессе производственного функционирования предприятия. Например, производство топлива на нефтеперерабатывающем предприятии загрязняет атмосферный воздух, водные источники, почву отходами своего производства. В результате наносится ущерб живой и косной материи, попадающих в зону влияния загрязнителей. или, эксплуатация подвижного состава автопредприятий загрязняет атмосферу отработавшими газами транспортных средств. Экономический ущерб, наносимый в процессе производства, назовем функциональным экономическим ущербом. Функциональный экономический ущерб переносится на стоимость продукции полностью. Это можно объяснить тем, что этот вид экологических затрат возникает только в период функционирования производства, и исчезает с прекращением его работы (с неизвестной долей условности). Конечно, в природе, негативные изменения будут наблюдаться некоторое время и после предотвращения загрязнения. Однако мы подразумеваем, что в исследуемый период работы загрязняющего объекта, например в течение года, экологические издержки вызваны не только выбросом загрязняющих веществ в течении данного года, а и их возможным повторным или n-раз повторяемым отрицательным воздействием в будущем. Временная типовая методика ... [21] этот факт учитывает.

Суммируя вышесказанное, констатируем, что себестоимостный сопряженный экономический ущерб, возникающий при производстве непосредственного продукта ( $\overline{Y}_c$ ) равен:

$$\overline{Y}_c = \sum_{i=1}^n \overline{Y}_{пт_i} + \sum_{j=1}^m a_{ij} \times \overline{Y}_{ст_j} + \overline{Y}_ф; \quad (2.4)$$

где  $\overline{Y}_{пт_i}$  - сопряженный экономический ущерб, наносимый при производстве предметов труда i-го вида;  
 n - количество видов предметов труда;

$a_{ij}$  - переносимая доля экономического ущерба (равная по величине амортизации);

$\overline{U}_{ст, j}$  - сопряженный экономический ущерб, наносимый при производстве средств труда  $j$ -го вида;

$m$  - количество видов средств труда;

$\overline{U}_{ф}$  - функциональный сопряженный экономический ущерб, возникающий в процессе производительного использования предметов и средств труда.

Экологические затраты общественного производства рассмотрены исходя из принципов образования стоимости продукта. Такой подход позволил классифицировать экономический ущерб по его участию в формированию затрат на производство общественно-необходимого продукта. Предлагается в хозяйственных расчетах использовать следующие понятия экономического ущерба.

Сопряженный экономический ущерб капитальных вложений – это выраженные в стоимостной форме затраты живого и овеществленного труда, вызванные антропогенными негативными изменениями в окружающей среде, возникающие в процессе создания материальных объектов входящих в состав капитальных вложений, а также затраты труда, вызванные негативными последствиями в окружающей среде в период освоения капитальных вложений.

Себестоимостной сопряженный экономический ущерб – это экологические затраты в сопряженных сферах общественного производства. Включают ущербы, нанесенные обществу при производстве предметов и средств труда, участвующих в производстве продукта и функциональный ущерб. Функциональный сопряженный экономический ущерб – общественно-необходимые затраты труда в сопряженных сферах общественного производства, вызванные антропогенными негативными экологическими изменениями,

возникающие при функционировании производства, как материального объекта в целом.

Предложенная классификация отражает не воздействие общества на окружающую среду, выраженную в стоимостных единицах, а процессы, порожденные обратной связью – влиянием изменённой человеком природы на экономику. Поэтому экономический ущерб в предложенной классификации приобретает вид эколого-экономических составляющих производства продукта.

#### 2.4. Методика сравнительной эколого-экономической эффективности использования моторного топлива автомобильным транспортом

В наиболее общем виде признак эффективности, рассматриваемый как эффективность общественного производства, можно выразить четкой и ясной формулой К. Маркса: «...Достигать производственной цели с наименьшей затратой средств» [1, с. 608]. Эффективность, понимаемая в широком смысле, означает действительность, результативность, надежность и т. д. Однако в экономике под эффективностью понимают не только результативность, а увязку, отношение результата производства к вызвавшим его затратам общественного труда. При этом результат производства выступает в виде произведенного продукта, а затраты труда, как совокупность прошлого (овеществленного) труда и живого труда в определенных временных границах.

Любой продукт, обязан выполнить определенную социальную функцию. Еще до начала производства продукта возникает социальная потребность в его создании. Еще до начала материального производства продукта, как вещи, определяется его общественная функция толи как жизненного средства, толи как средства производства. С этой точки зрения производственная деятельность всегда направлена

на удовлетворение общественных потребностей, а значит социально обусловлена. Учет экологических требований – одна из социальных целей общественного производства, поэтому экономическую эффективность, учитывающую экологические цели можно назвать эколого-экономической. Эколого – экономическая эффективность рангом ниже, чем социально-экономическая. Иерархия различных видов эффективности условна, но имеет под собой методологический фундамент. Рассматривая экономическую эффективность общественного производства как систему, выделяют подсистемы: технико-экономическую и социально-экономическую эффективность. Это выделение основано на разграничении технического, экономического и социального аспектов производства. Исходя из этого разграничения говорят о правомочности понятий технико-экономической, социально-экономической и социальной эффективности. О таком разграничении говорят в своих работах, например В. Н. Черковец [69] и С. А. Аханов [8].

Рассмотрим каждый аспект отдельно. Технический аспект производства характеризуется уровнем развития производительных сил общества. Он показывает технические возможности производства в достижении тех или иных целей. Например, существует реальная возможность создать легковые автомобили с помощью двигателя в несколько сот, а то и тысяч лошадиных сил и наладить их массовое производство. Однако с социальной точки зрения использование таких автомобилей для удовлетворения потребности в перемещении пяти – шести человек, в настоящее время нет необходимости.

Например, реально существует техническая возможность, создавать более совершенные ракеты средней и малой дальности, обладающие еще большей разрушительной силой. Даже, если технико-экономические показатели производства новых ракет будут лучше по сравнению со старыми, это уже не является достаточным

для их производства. Здесь вступает в силу социальные требования, которые стоят выше критерия технико-экономической эффективности. Можно сделать вывод, что технико-экономическая эффективность, как показатель выбора приоритетного направления развития производства, не всегда отражает общественную целесообразность. Поэтому, критерий технико-экономической эффективности не может служить обобщающим показателем эффективности общественного производства. Экономический аспект производства показывает возможности общества достичь поставленной цели с точки зрения затрат труда. При наличии технических возможностей не всегда существует экономическая возможность достичь цели. Перевод транспортных средств на водородное топливо технически реален, социально – предпочтителен, однако в настоящее время экономически невозможен.

Экономический аспект можно рассматривать как техническую возможность при достижении социальных целей. Таким образом, говоря об экономическом аспекте, мы охватываем этим понятием и техническую сторону. Технический аспект входит в «снятом» виде в экономический. С этой точки зрения понятие технико-экономической эффективности тождественно понятию экономической эффективности в узком смысле.

Социально-экономическую эффективность можно рассматривать, как взаимообуславливающее единство технической возможности, экономической целесообразности и социальной целенаправленности.

Под социальной эффективностью понимают «процесс удовлетворения материальных, духовных потребностей и всестороннего развития всех членов общества» [8].

Многоплановость социальных целей дает нам право говорить об уровнях социально-экономической эффективности производства.

Экологическая стабильность или экологические преобразования – одна из множества социальных целей. Поэтому понятие эколого-экономической эффективности имеет право на жизнь и выступает как один из уровней социально-экономической эффективности.

Технико-экономическая эффективность выступает базисным содержанием как социально-экономической так и эколого-экономической эффективности. Отсюда можно сделать вывод, что условием эколого-экономической эффективности также выступает экономия живого и овеществленного труда.

Определившись с понятием эколого-экономической эффективности, ее местом в системе социально-экономической эффективности, а также с общим условием эколого-экономической эффективности, возникает необходимость выбрать критерий сравнительной эколого-экономической эффективности, дающий возможность вести экономические расчеты практически, используя существующую статистическую информацию.

Не будем анализировать преимущества и недостатки существующих методов в части определения затрат общественного труда. Такое исследование выходит за рамки нашей работы. Воспользуемся официальной признанной теорией приведенных затрат.

Согласно теории приведенных затрат критерием сравнительной народнохозяйственной эффективности вариантов производства является достижение минимума приведенных затрат по сравниваемым вариантам:

$$Z = C + E_n \cdot K = \sum_{i=1}^n (C_i + E_n \cdot K_i) \cdot I_i \rightarrow \min; \quad (2.5)$$

где  $Z$  - приведенные народнохозяйственные затраты, обусловленные производством данного набора изделий (продукции);

$C$  - полная себестоимость всего годового количества данных изделий по варианту;

$K$  - суммарная величина капиталовложений по народному хозяйству, принимаемых к расчету по варианту;

$E_n$  - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

$n$  - количество видов изделий;

$C_i$  - полная себестоимость  $i$ -го изделия

$K_i$  - удельные капитальные вложения, обусловленные производством единицы  $i$ -го изделия;

$I_i$  - годовой объем производства изделий  $i$ -го вида.

Расчет экономического эффекта сравниваемых вариантов (например, годового) в общем виде представляет разность удельных приведенных затрат на единицу продукции (работы):

$$\mathcal{E} = (Z_1 - Z_2) P_2 ; \quad (2.6)$$

где  $\mathcal{E}$  - годовой экономический эффект, руб.;

$Z_1, Z_2$  - приведенные затраты единицы продукции (работы) по вариантам, определяемые по формуле (2.5), руб.;

$P_2$  - годовой объем производства продукции (работы) в процессе производства вторым вариантом в расчетном году, в натуральных единицах.

Требуется при определении годового эффекта обеспечить сопоставимость сравниваемых вариантов по:

- объему производимой с помощью новой техники продукции (работы);
- качественным параметрам;
- фактору времени;

- социальным факторам производства и использование продукции, включая влияние на окружающую среду.

Требования последнего пункта может быть выполнено при условии экологических затрат в составе приведенных затрат с одной стороны, и учета экологической характеристики (экологичности) произведенной продукции (работы).

Экологические затраты в составе приведенных затрат могут быть учтены в виде сопряженного экономического ущерба (себестоимостного и капитального). Формула (2.5) принимает вид:

$$Z_3 = C_3 + E_H \cdot K_3 ; \quad (2.7)$$

или

$$Z_3 = C_{\Pi} + \bar{Y}_c + E_H \cdot (K_{\Pi} + \bar{Y}_k); \quad (2.8)$$

где  $Z_3$  - приведенные затраты с учетом экологических затрат;

$C_3$  - себестоимость с учетом всей суммы экологических затрат, формула (2.3);

$K_3$  - капитальные затраты с учетом всей суммы экологических затрат, формула (2.2);

$C_{\Pi}$  - производственная себестоимость;

$\bar{Y}_c$  - себестоимостный сопряженный экономический ущерб, наносимый природе и обществу в процессе производства продукта;

$K_{\Pi}$  - производственные капитальные затраты;

$\bar{Y}_k$  - сопряженный экономический ущерб капитальных вложений, наносимый в процессе производства и освоения капитальных вложений.

Учет экологичности продукции в произведенной продукции, работе, выступает в виде экологопродукции ( $\Pi_3$ ).

С учетом вышеизложенного расчета эколого-экономического эффекта в общем виде равен:

$$\mathcal{E}_э = (Z_{э1} - Z_{э2}) \cdot \Pi_{э2} ; \quad (2.9)$$

где  $Z_{э1}$  и  $Z_{э2}$  - приведенные затраты единицы экологопродукции по сравниваемым вариантам с учетом экологических затрат, руб.

Из представленной общей формы (2.9) получим формулу расчета эколого-экономического эффекта использования моторного топлива автомобильным транспортом. Для этого применим несложный методический подход. Суть подхода в том, что из производственной себестоимости выделяется статья затрат на топливо, а затем, выделенные затраты выражаются в виде приведенных затрат с учетом экологических. Модифицируем формулу (2.9).

Полезные результаты транспортной отрасли принято измерять тонно-километрами или пассажиро-километрами. Ранее упоминалось, что с позиции общественного производства, результатом работы транспорта считается не только транспортная работа в виде тонно-километров, но и масса отработавших газов транспортных средств. Этот вид экологопродукции называли продуктовыбросом. В нашем частном случае продуктовыброс определяется как отношение продукции транспортной отрасли в виде тонно-километров и массы выбросов в условных тоннах.

$$\Pi_э = \frac{\Pi}{B} ; \quad (2.10)$$

где  $\Pi$  - транспортная работа, тонно-километры (т/км);

$B$  - выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, условные тонны (усл. т.).

Выделяя из значения транспортной работы интересующую нас часть в виде объема моторного топлива, можем записать формулу (2.10) в таком виде:

$$\Pi_э = \frac{A}{q \cdot B} ; \quad (2.11)$$

где  $A$  - объем потребления топлива в натуральных единицах, (литры);

$q$  - удельный расход топлива в расчете на единицу транспортной работы, (литр/т · км);

С учетом формул 2.7 и 2.11 формула 2.9 принимает вид:

$$\mathcal{E}_9 = \left\{ \left[ \frac{(C_{\mathcal{E}1} + E_n K_{\mathcal{E}1})}{\Pi_{\mathcal{E}1}} - \frac{(C_{\mathcal{E}2} + E_n K_{\mathcal{E}2})}{\Pi_{\mathcal{E}2}} \right] \frac{A}{q_2 \cdot B_2} \right\} \cdot A_2; \quad (2.12)$$

Принимая во внимание формулу 2.3, величину себестоимости ( $C_9$ ) разделяем на затраты на топливо и на прочие затраты потребителя:

$$C_9 = C_{\Pi} + \bar{Y}_c = \mathcal{Z}_T + I_{\Pi} + \bar{Y}_c; \quad (2.13)$$

где  $\mathcal{Z}_T$  - затраты на топливо, руб.;

$I_{\Pi}$  - прочие затраты потребителя, руб.;

$\bar{Y}_c$  - сопряженный себестоимостный экономический ущерб, учитываемый при совершении транспортной работы.

В формуле 2.13 сумму прочих затрат потребителя ( $I_{\Pi}$ ) и себестоимостного экономического ущерба ( $\bar{Y}_c$ ) назовём прочими затратами потребителя, с учетом экологических ( $I_9$ ):

$$I_9 = I_{\Pi} + \bar{Y}_c; \quad (2.14)$$

С учетом выделения статьи затрат на топливо (формула 2.13) и затрат потребителя с учетом экологических (формула 2.14) формула 2.12 трансформируется:

$$\mathcal{E}_9 = \left\{ \left[ \left( \frac{\mathcal{Z}_{T1}}{\Pi_{\mathcal{E}1}} + \frac{I_{\mathcal{E}1}}{\Pi_{\mathcal{E}1}} + E_n \frac{K_{\mathcal{E}1}}{\Pi_{\mathcal{E}1}} \right) - \left( \frac{\mathcal{Z}_{T2}}{\Pi_{\mathcal{E}2}} + \frac{I_{\mathcal{E}2}}{\Pi_{\mathcal{E}2}} + E_n \frac{K_{\mathcal{E}2}}{\Pi_{\mathcal{E}2}} \right) \right] \frac{A}{q_2 \cdot B_2} \right\} \cdot A_2; \quad (2.15)$$

Преобразуем каждое из слагаемых в круглых скобках формулы 2.15.

Первое слагаемое преобразуем с помощью формулы 2.12:

$$\frac{З_{т1}}{\Pi_{э1}} = \frac{З_{т1} \cdot q_1 \cdot B_1}{A_1} = З_1 \cdot q_1 \cdot B_1;$$

где  $З_1$  - затраты на единицу предмета труда (топлива), руб. / литр.

Второе слагаемое преобразуем, используя 2.11:

$$\frac{И_{э1}}{\Pi_{э1}} = \frac{И_{э1} \cdot B_1}{\Pi_1} = И'_{э1} \cdot B_1;$$

где  $И'_{э1}$  - затраты на единицу продукции, выпускаемой потребителем при использовании предметов труда (топлива) без учета их (топлива) стоимости с учетом экологических затрат, руб. / т·км.

Третье слагаемое преобразуется подобно второму:

$$E_n \frac{K_{э1}}{\Pi_{э1}} = E_n \frac{K_{э1} \cdot B_1}{\Pi_1} = E_n \cdot K'_{э1} \cdot B_1;$$

где  $K'_{э1}$  - сопутствующие капитальные вложения потребителя на единицу продукции при использовании предмета труда (топлива) с учетом экологических затрат, руб./т·км.

После проведенных преобразований и некоторой перегруппировки слагаемых формула 2.15 приобретает вид:

$$\mathcal{E}_э = \left[ 3_1 \cdot \frac{q_1}{q_2} \cdot \frac{B_1}{B_2} + \frac{(\frac{B_1}{B_2} \cdot И'_{э1} - И'_{э2}) + E_n (K_{э2} - \frac{B_1}{B_2} \cdot K'_{э1})}{q_2} - 3_2 \right] \cdot A_2; \quad (2.16)$$

Окончательно формула расчета эколого-экономического эффекта от использования новых или усовершенствованных предметов труда (топлива) имеет вид:

$$\Theta_3 = \left[ Z_1 \cdot \frac{q_1}{q_2} \cdot b_3 + \frac{(b_3 \cdot I'_{31} - I'_{32}) + E_H (K'_{32} - b_3 \cdot K'_{31})}{q_2} - Z_2 \right] \cdot A_2; \quad (2.17)$$

где  $Z_1$  и  $Z_2$  - затраты на единицу собственного базового и нового предмета труда (топлива), руб./литр;

$q_1$  и  $q_2$  - удельные расходы соответственно базового и нового предмета труда (топлива) в расчете на единицу продукции (работы), выпускаемой потребителем в натуральных единицах, литр/т·км;

$b_3 = \frac{B_1}{B_2}$  - коэффициент экологичности, показывающий отношение

приведенных масс выбросов при использовании базового и нового предметов труда;

$B_1$  и  $B_2$  - приведенные массы выбросов вредных веществ в атмосферу при производстве и использовании соответственно базового и нового предметов труда (топлива), условные тонны;

$I'_{31}$  и  $I'_{32}$  - затраты на единицу продукции, выпускаемой потребителем при использовании базового и нового предметов труда (топлива) без учета их (топлива) стоимости с учетом экологических затрат, руб./т·км;

$K'_{31}$  и  $K'_{32}$  - сопутствующие капитальные вложения потребителя на единицу продукции при использовании базового и нового предметов труда (топлива) с учетом экологических затрат, руб./т·км;

$A_2$  - годовой объём потребления нового предмета труда (топлива) в расчетном году, в натуральных единицах, литр.

Использование формулы 2.17 на практике требует более подробно остановиться на некоторых ее составляющих.

При расчёте приведенных масс выбросов вредных веществ  $V_1$  и  $V_2$  теоретически требуется учитывать наряду с функциональными выбросами также и массу загрязнителей, поступающих в окружающую среду при производстве предметов и средств труда. Например, автомобиль, как транспортное средство выбрасывает в атмосферу загрязнители в составе отработавших газов (функциональные выбросы), однако, при производстве автомобиля и производстве используемых автомобилем материальных и энергетических ресурсов также осуществляется нагрузка на окружающую среду. Можно поставить задачу определить приведенную массу выбросов загрязнителей всех цепочек производств, начиная от добычи сырья. По имеющимся данным и при использовании электронных вычислительных машин можно технически вести расчет по неограниченно большому числу стадий производственного процесса. Однако, применительно к автомобильному транспорту вряд ли есть в этом нужда. Практические расчёты, проведенные Сумским физико-технологическим институтом показывают, что если принять функциональные приведенные выбросы за 100% то, в частности, приведенная масса выбросов, поступающих в окружающую среду в процессе производства автомобильного топлива составляет не более 1%. Величина выбросов в виде приведенной массы при производстве черных и цветных металлов, резины, пластмассы и других материалов, применяемых в конструкции автомобиля, также находится в пределах 1%. Даже с учетом пассивных основных фондов транспортной промышленности (гаражи, здания, сооружения, дороги, мосты и т. д.) приведенная масса выбросов прошлых процессов производства не

превышает 5%. Это значит, что вряд ли следует при расчете эколого-экономической эффективности автомобильного топлива учитывать другие массы выбросов кроме функциональной. Так как приращение приведенной массы очень малы и находятся в пределах точности расчетов.

В контексте и на основании вышесказанного вполне допустимо при расчете себестоимостного сопряженного экономического ущерба учитывать только функциональный сопряженный экономический ущерб. Другими словами, для решения рассматриваемых в диссертации задач достаточно ограничиться учетом функционального сопряженного экономического ущерба. Поэтому, в составе затрат  $I'_{э1}$  и  $I'_{э2}$  экологические затраты входят в виде функционального сопряженного экономического ущерба, а в составе сопутствующих, капитальных вложений потребителя  $K'_{э1}$  и  $K'_{э2}$  экологические затраты в виде экономического ущерба капитальных вложений принимаются равными нулю. С учетом вышеизложенных упрощений формула (2.17) принимает вид, наиболее удобный для практических расчетов (2.18):

$$\mathcal{E}_э = \left[ 3_1 \cdot \frac{q_1}{q_2} \cdot b_э + \frac{[b_э (I'_1 + \bar{Y}_{ф1}) - (I'_2 + \bar{Y}_{ф2})] - E_n (K'_2 - b_э \cdot K'_1)}{q_2} - 3_2 \right] \cdot A_2; \quad (2.18)$$

где  $\mathcal{E}_э$  - годовой эколого-экономический эффект, руб.;

$I'_1, I'_2$  - затраты на единицу продукции (работы), выпускаемой потребителем при использовании базового и нового предметов труда без учета их стоимости, руб./т·км;

$\bar{Y}_{ф1}, \bar{Y}_{ф2}$  - функциональный сопряженный экономический ущерб на единицу продукции (работы), выпускаемой потребителем при использовании базового и нового предметов труда, руб./т·км;

$K'_1, K'_2$  - сопутствующие капитальные вложения потребителя на единицу продукции при использовании базового и нового предметов труда (топлива), руб./т·км.

С другой стороны следует помнить, что упомянутые упрощения справедливы при условиях величины функциональных выбросов значительно больших чем выбросы при производстве предметов и средств труда. Или, что равнозначно, при условии величины функционального сопряженного экономического ущерба значительно большего по сравнению с ущербами, наносимыми при производстве предметов и средств труда.

В настоящее время существует группа транспортных средств по которым функциональный экономический ущерб соизмерим по величине с ущербами при производстве как самого транспортного средства так и при производстве материальных и энергетических средств, необходимых для нормального его функционирования. К таким транспортным средствам относится электромобиль. Поэтому, при сравнительной эколого-экономической эффективности электромобилей учет всех видов сопряженного ущерба необходим. Для определения эколого-экономической эффективности применения всех видов нефтяных моторных топлив, компримированного и сжиженного газа, спиртов и комбинированных топлив достаточно пользоваться формулой (2.18).

Для автотранспортных предприятий формула (2.18) выглядит иначе:

$$\Theta_3 = \left[ 3_1 \cdot \frac{q_1}{q_2} \cdot b_3 + \frac{[b_3 (I'_1 + \Pi_1) - (I'_2 + \Pi_2)] - \frac{1}{T} (K'_2 - b_3 \cdot K'_1)}{q_2} - 3_2 \right] \cdot A_2; \quad (2.19)$$

где  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$  - плата за загрязнение окружающей среды на единицу продукции (работы), руб./т·км;

$T$  - срок окупаемости дополнительных капитальных вложений экономией на себестоимости с учетом платы за загрязнение, год.

Вывод. Предлагаемая методика расчета эколого – экономического эффекта выступает в роли экономического механизма экологизации в сфере использования моторного топлива автомобильным транспортом. Применение разработанного в диссертации механизма эколого - экономического эффекта дает возможность в первую очередь оценить экономически использование предметов труда (автомобиль) или средств труда (топливо) с учетом фактического выброса загрязнителей в окружающую среду, а также учесть негативное влияние загрязнителей в виде стоимостных показателей – экономического ущерба. В изложенной трактовке расчета эколого-экономического эффекта учитываются как технико-экономические, так и экологические аспекты производственно-хозяйственной деятельности и в итоге дается интегрирующая оценка экономических факторов и экологических последствий.

## 2.5 Функциональный сопряженный экономический ущерб при эксплуатации автомобильных транспортных средств

Анализ известных работ по оценке экономического ущерба позволяет сделать вывод об отсутствии конкретных оценок ущерба от выбросов автомобилей, как движущихся источников загрязнения, кроме отдельных результатов, полученных Балацким О. Ф., Бороносом В. Н. и Логвиновым А. А. [10, 17, 10].

Исследование проблемы дает сделать аксиомный вывод,

что при расчете функционального (эксплуатационного) ущерба от выбросов автотранспорта необходимо рассматривать автомобиль как фактор развития урбанизированных структур. Такой подход обеспечивает не только правильное выявление тех народнохозяйственных подразделений, для которых ущерб имеет наибольшее социально-экономическое значение, а и указывает на физико-географические объекты, где ущерб проявляется в наиболее крупных размерах. Поскольку подавляющее количество автомобилей сконцентрировано в городах, основная масса выбросов приходится на территорию городов и городских агломераций. Поэтому при определении функционального экономического ущерба, наносимого автотранспортными средствами, в первую очередь обратим внимание на города.

На 1 января 1987 года в СССР насчитывалось 553 города с населением 50 и более тысяч жителей. В них проживает свыше 130 млн. человек, что составляет 80,5% от числа всех городских жителей, табл. 2.2 [46].

Таблица 2.2

Распределение городов по числу жителей, 1987 г.

Группа города	Численный состав группы города	Число городов	Численность населения, млн. чел.
1	свыше 1 млн. чел.	23	40,8
2	от 500 тыс. чел. до 1 млн. чел.	32	20,8
3	от 250 до 500 тыс. чел.	75	25,8
4	от 100 до 250 тыс. чел.	161	25,0
5	от 50 до 100 тыс. чел.	262	18,1

Расчет функционального экономического ущерба от вредных выбросов автомобильного транспорта ведется по городам с населением 250 и более тысяч человек. Всего таких городов на 1 января 1987 года насчитывается 130 (в соответствии с табл. 2.2 — города 1, 2 и 3 групп). Оценка ущерба ведется с помощью моделирования

и учета различных факторов. Оценка ущерба ведется с помощью моделирования и учета различных факторов. Так, при моделировании процесса распространения выбросов автотранспорта в городском воздушном бассейне необходимо учитывать следующие факторы:

- 1) рельеф местности – категория рельефа, топография района;
- 2) климатические условия – роза ветров, среднегодовая скорость ветра, температурные инверсии, осадки;
- 3) характер планировочной ситуации – этажность, характер озеленения, место расположения центров тяготения (промышленных предприятий, культурных центров, объектов хозяйственно-бытового назначения и т. д.);
- 4) характеристика дорожных условий – протяженность автомагистральной сети, геометрия сети, тип покрытия и его состояние;
- 5) организация движения и подвижности населения – методы и средства организации движения, качество обслуживания общественным транспортом и такси, ездовой цикл города;
- 6) характеристика автомобиля как источника выброса – тип автомобилей, тип и размер источника, показатель эмиссии, возраст автомобиля, его состояние;
- 7) количество и качество потребляемого горючего.

Как видим, искомый результат даже в данном, частном случае весьма широк. Поэтому, переходя от восприятия к моделированию оригинала необходимо реконструировать накопление знания, т. е. сохраняя максимум информации об объекте, лишить знание груза «избыточности», схематизировать знание.

Содержательная концентрация нашей модели есть результат синтеза гипотез с экспериментальными данными и натуральными исследованиями, хотя существенным ограничением выступает

Расчет функционального экономического ущерба от вредных выбросов автомобильного транспорта требует развернутой строительно-планировочной характеристики городов накопленная статистическая отчетность.

Климатическое районирование городов по территории СССР взято в соответствии со СНИП 2.01.01 – 82 [59], где выделено четыре климатических района (1, 2, 3, 4) и подрайоны (1А, 1Б, 1В, 1Г, 1Д, ПА, ПБ, ПВ, ПГ, ША, ШБ, ШВ, 1УА, 1УБ, 1УВ, 1УГ).

Данные о средней величине этажности застройки селитебных территорий для некоторых городов СССР, а также по группам городов приведены в табл. 2.3 и в табл. 2.4 по источнику [35] (группа города дана по источнику [35] и не совпадает с группировкой принятой в настоящей работе).

Таблица 2.3

Этажность застройки и средняя величина этажности  
селитебных территорий

Город	Этажность застройки в %					Средняя величина этажности по городу
	1	2 – 3	4 – 5	6 – 9	более 9	
Москва	6,9	2, 6 – 4, 5	5, 3 – 4, 9	4,0 – 3,0 8,5 – 7,0	4,3	5,0
Киев	15,3	16,4	55,4	10,2	2,7	3,70
Новосибирск	55,0	20,0	14,0	11,0	–	1,86
Свердловск	23,0	26,0	48,7	1,7	–	3,64
Одесса	27,3	46,2	26,0	0,5	–	2,90
Баку	29,0	23,0	40,0	9,9	–	3,27
Ростов-на-Дону	45,0	25,0	28,0	2,0	–	2,50
Уфа	35,0	15,0	49,0	1,0	–	2,85
Ереван	43,2	19,5	35,7	1,6	–	2,80
Алма-Ата	68,5	21,9	9,6	9,6	–	1,70
Фрунзе	64,0	5,2	30,7	0,1	–	2,00
Ашхабад	30,0	58,2	1,8	10,0	–	2,20

Таблица 2.4

## Этажность жилого фонда СССР

Группа городов	Число городов	Жилой фонд различной этажности, %				Средняя величина этажности
		9-ти свыше	4 – 5	2 – 3	1	
Малые	19	–	8,4	28,8	62,8	1,7
Средние	20	–	11,9	29,2	58,9	1,9
Большие	34	–	16,0	29,8	54,2	2,0
Крупные	43	–	21,6	28,4	50,0	2,2
Крупнейшие	38	5,9	45,5	21,6	27,0	3,5
Новые	27	0,1	39,7	31,2	29,0	2,8

К группе новых городов отнесены: Тольятти, Набережные Челны, Магнитогорск, Нижний Тагил, Новокузнецк, Тюмень, Усть-Каменогорск.

Средняя величина этажности, представлена в табл. 2.3 и табл. 2.4 справедлива для начала 70–х годов. На основе анализа статистической информации по оценке СФТИ получены следующие величины этажности на начало 1987 года, табл. 2.5.

Таблица 2.5

Средняя величина этажности по группам городов СССР  
на начало 1987 года

Население города, тыс. чел.	Группа города	Средняя величина этажности
1000 и более	1	4,5
500 – 1000	2	4,3
250 – 500	3	2,9
Новые города	4	3,7

Баланс территории (250 – 500 тыс. чел.) и крупнейших (500 и более тыс. человек) городов СССР в процентах приведен в табл. 2.6.

Территория города разбита на функциональные зоны: селитебную, внеселитебную и территорию за пределами городской застройки. Структура городских территорий дифференцирована в зависимости от группы города и от места нахождения города в строительно-климатической зоне СССР. Данные в табл. 2.6 получены нами на основе анализа ряда источников [16, 17].

Территория города, помимо распределения по функциональным зонам, может быть разбита на территориальные зоны. Определение экономического ущерба в каждой из зон городов позволяет более точно найти суммарный ущерб.

Территориальные зоны характеризуются: этапами застройки; архитектурно-планировочной структурой; системой основных магистралей; состоянием жилого фонда и других видов застройки; уровнем инженерного благоустройства; транспортного обслуживания, коммунально - бытового обслуживания; природными факторами.

Исследования, проведенные НИИЭС по конкретным городам, показали, что для крупнейших и крупных городов характерно зонирование территорий на 5 – 6 зон [63]. Территория в пределах городской застройки распределяется в основном по пяти территориальным зонам.

Территориальное зонирование проведено по городам двух категорий: крупнейших (с численностью населения 500 – 1000 и более тыс. человек) и крупных (250 – 500 тыс. человек). Крупнейшие города с метрополитеном рассматривались отдельно.

Задача территориального зонирования решается с помощью определения зональных коэффициентов. Зональный коэффициент показывает отношение  $K_i$  –й зоны к площади города в пределах городской застройки.

Таблица 2.6

Баланс территории крупных (250 – 500 тыс. жителей) и крупнейших (500 и более тыс. человек)  
 городов СССР в % к итогу

Территории города (функциональные зоны)	Строительно-климатические зоны				
	2 (кроме подрайона ПА) и 3 климатические районы, а также 1В и 1Д климатические подрайоны		1А, 1Б, 1Г, ПА климатические районы	1У климатический район	
	Крупный	Крупнейший	Крупный	Крупный	Крупнейший
1	2	3	4	5	6
1. Селитебная	19,3	22,3	8,6	23,7	27,4
в том числе:					
- жилые кварталы и микрорайоны	13,2	15,2	5,2	17,2	19,9
- участки общественных учреждений	0,2	0,3	1,3	0,2	0,3
- зеленые насаждения	0,6	0,7	0,1	0,8	0,9
- улицы и площади	4,5	5,1	1,7	6,0	6,8
- прочие территории в пределах селитебной зоны	0,8	1,0	0,9	0,5	0,5
2. Внеселитебные	34,3	39,7	25,6	22,7	37,9

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4	5	6
в том числе:					
- промышленные территории	6,0	7,0	4,5	5,7	6,6
- санитарно - защитные зоны	0,4	–	–	–	–
- складские территории	1,8	2,0	1,3	1,7	1,9
- территории внешнего транспорта	3,4	3,9	2,5	3,2	3,9
-дороги внеселитебной территории	0,5	0,6	0,4	0,5	0,6
- участки предприятий и сооружений коммунального хозяйства	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3
- водные пространства	2,3	2,7	1,7	2,2	2,5
-прочие территории	19,7	22,7	14,7	18,8	21,7
Итого в пределах городской застройки	53,6	62,0	34,2	56,4	65,3
3. Территории за пределами городской застройки	46,4	13,0	65,8	53,6	34,7
в том числе:					
- земли с/х использования	15,9	13,0	–	–	–
- леса и лесопарки	9,7	10,0	–	–	–
- прочие территории	20,8	15,0	–	–	–
Всего городских территорий	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

При определении зональных коэффициентов использованы данные научно-исследовательского института экономики строительства (НИИЭС) [63]. Результаты расчета приведены в табл. 2.7.

Таблица 2.7

Зональные коэффициенты,  $K_i$  по группам городов СССР

Группа города	Зоны города, $i$				
	1	2	3	4	5
Крупнейший с метрополитеном	0,05	0,10	0,17	0,27	0,41
Крупнейший без метрополитена	0,04	0,09	0,22	0,31	0,34
Крупный	0,06	0,10	0,17	0,32	0,35

Также большой интерес вызывает распределение селитебной территории по зонам города.

Каждая из пяти зон города включает различные функциональные зоны. Практически, в пределах городской застройки, в каждую из территориальных зон входит территория жилых районов и микрорайонов – селитебная территория.

Распределение селитебной территории по зонам города решается с помощью определения селитебных территориальных коэффициентов  $l_i$ . Селитебный территориальный коэффициент показывает отношение селитебной площади в  $i$ -й зоне к площади городской селитебной территории. Коэффициенты дифференцированы по категориям городов и зонами города, табл. 2.8.

Распределение плотности населения города по зонам укрупнено может быть проведено в соответствии с табл. 2.9.

В завершение напоминаем, что на начало 1987 года в СССР насчитывалось 11 городов с метрополитеном: Москва, Ленинград, Киев, Тбилиси, Баку, Харьков, Ташкент, Ереван, Минск, Горький, Новосибирск.

Таблица 2.8

Селитебные территориальные коэффициенты  $l_i$  по группам городов СССР,

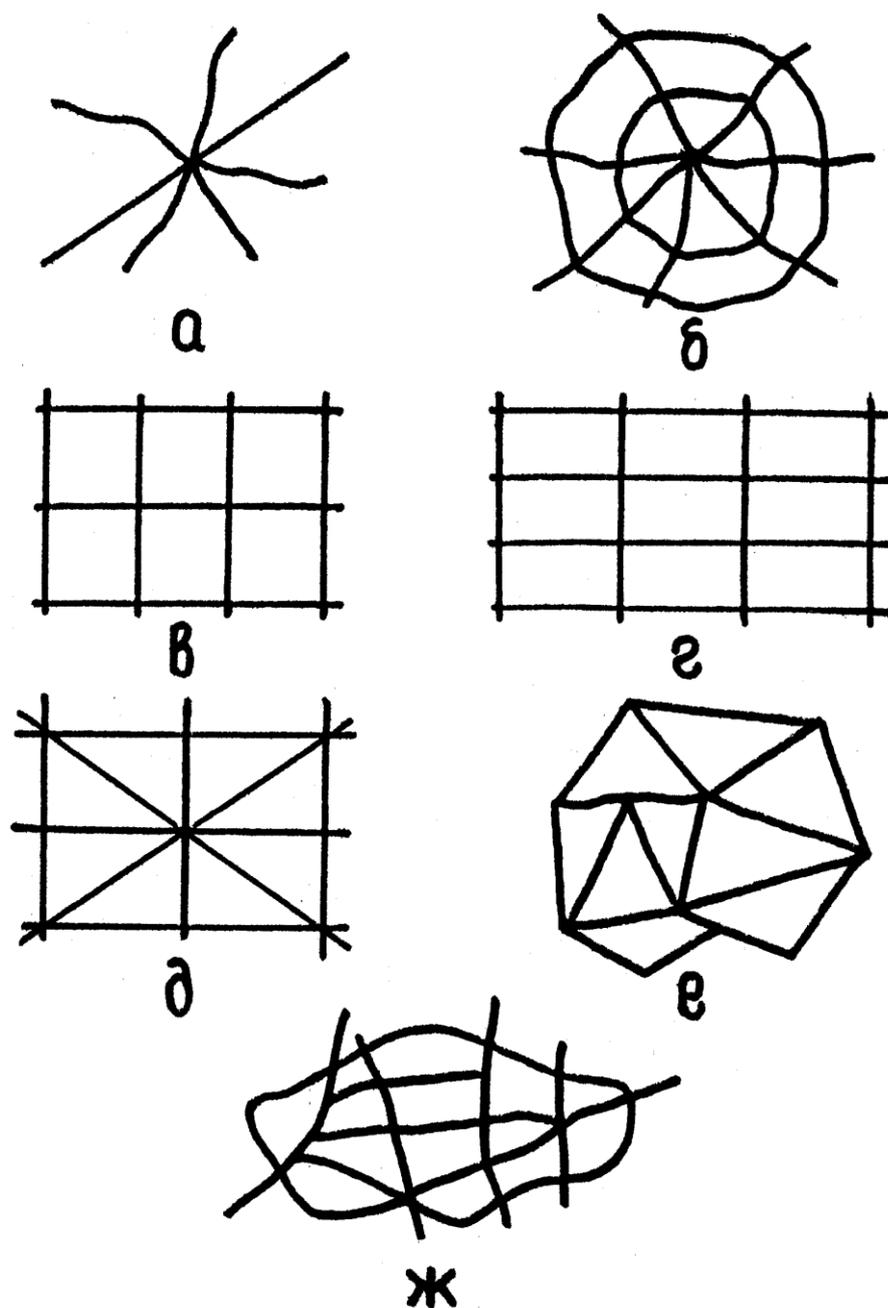
Группа города	Зоны города, $i$				
	1	2	3	4	5
Крупнейший с метрополитеном	0,10	0,12	0,20	0,25	0,33
Крупнейший без метрополитена	0,10	0,11	0,23	0,26	0,30
Крупные	0,17	0,19	0,20	0,21	0,23

Таблица 2,9

Приведенная плотность населения на селитебной территории города по территориальным зонам, %

Группа города	Среднее	Зоны города				
		1	2	3	4	5
Крупнейший с метрополитеном	100	124	114	103	96	89
Крупнейший без метрополитена	100	124	113	103	96	89
Крупный	100	121	111	97	92	85

В расчете функционального ущерба необходимо учитывать транспортно – планировочные характеристики городов. План любого города характеризуется системой магистральных улиц, образующих как бы остов планировочной структуры. Хотя планы существующих городов в процессе своего естественного развития реформируются под влиянием природных условий и возникающих новых фокусов тяготения, внимательный анализ из планировки позволяет выделить принципиальные геометрические схемы, определяющие конфигурацию системы магистралей (см. рис.1). Надо отметить, что в крупных и



а – радиальная; б – радиально – кольцевая; в – квадратная;

г – прямоугольная; д – прямоугольно-диагональная;

е – треугольная; ж – свободная.

Рис.1. Схемы планировки улично-дорожной сети.

крупнейших городах зачастую сочетаются различные схемы планировок магистралей в разных районах города. Особенно часто встречаются комбинации радиально-кольцевой и прямоугольной схем [66, 68].

Система построения сети магистральных улиц по 130 городам СССР определялась по схеме расположения основных улиц городов, приведенных в Ежегоднике состояния загрязнения воздуха главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова [27, 30].

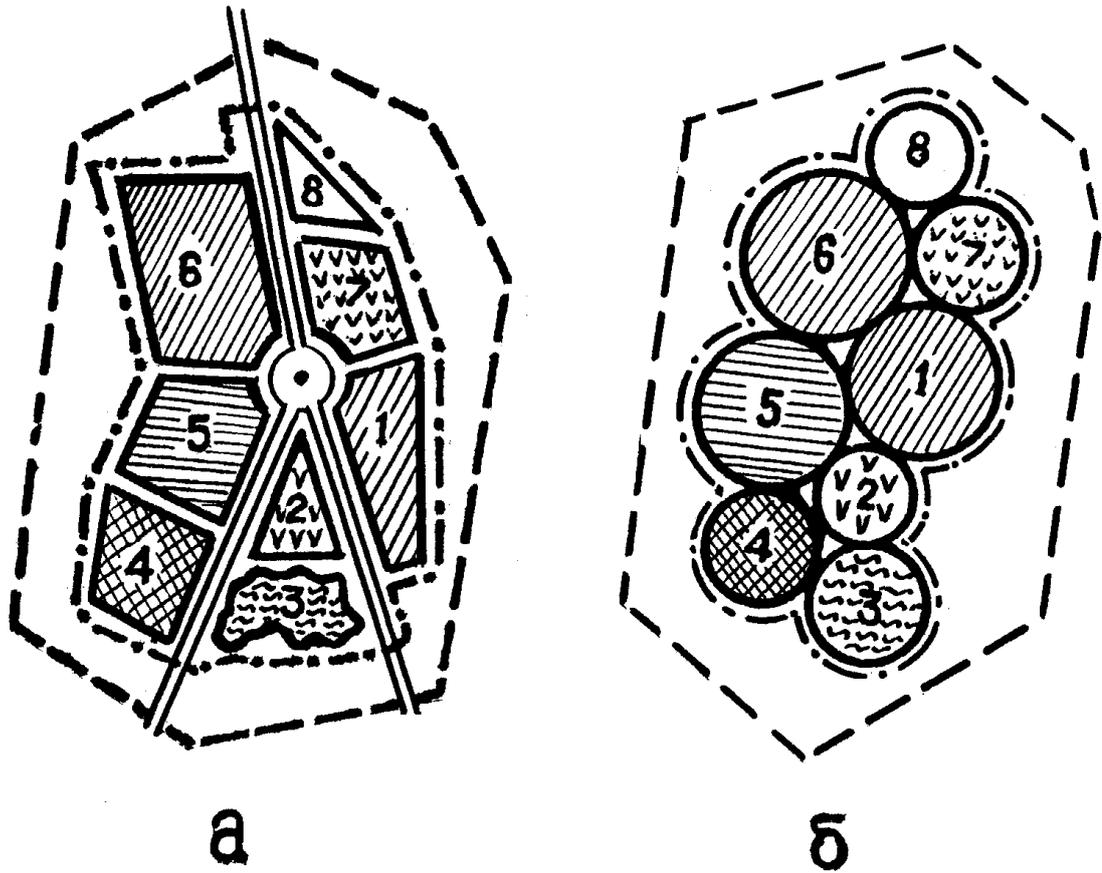
Современный город представляет собой совокупность различных функциональных зон: селитебные территории, промышленные и санитарно-защитные зоны, складские территории, участки предприятий и сооружений коммунального хозяйства, территории внешнего транспорта, дороги, водные пространства и прочие территории. Планировка города разделена улицами, дорогами, магистралями.

Территория города имеет свои границы. В границах города выделяется территория городской застройки (рис. 2).

Невозможность учета всех факторов, влияющих на величину ущерба в каждом случае, приводит к необходимости построения теоретической модели города, которая бы в наиболее общих чертах охватывала все важнейшие характеристики, влияние на величину экономического ущерба от вредных выбросов автотранспорта.

Каждая функциональная зона представляет собой геометрическую фигуру, по периметру которой движется автотранспорт. Вносим весь транспорт, движущийся внутри функциональной зоны, на внешнюю сторону зоны.

Для селитебной территории наименьшей структурной единицей, на периферии которой появляются магистрали и дороги с интенсивным движением автотранспорта, является жилой район [16]. Тогда город, изображенный на рис. 2а можно представить в виде



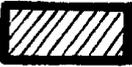
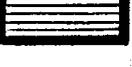
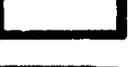
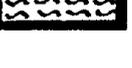
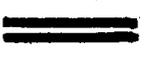
-  селитебные территории
-  промышленные территории с защитными зонами
-  санитарно-защитные зоны, парки, леса, сады
-  территории коммунального хозяйства
-  территории внешнего транспорта
-  водные пространства
-  основные дороги, магистрали, улицы
-  границы городской застройки
-  границы города

Рис. 1. Город и его модельная схема.

модельного так, как он изображен на рис. 2б) [17]. В качестве геометрической фигуры выбрана окружность. Площадь окружности равна площади соответствующего структурного элемента. Следовательно, площадь города равна сумме площадей окружностей, а длина дорог и магистралей города равна сумме периметров всех геометрических фигур.

Модельная конфигурация жилого района зависит от системы построения сети улиц и магистралей города. Для рациональной схемы форма жилого района взята в виде окружности. Жилые районы при радиально-кольцевой схеме города имеют ярко выраженную форму трапеции, меньшим основанием обращенной к центру. Прямоугольно – квадратная и прямоугольно-линейная схема построения сети улиц дают соответственно квадратную и прямоугольную конфигурацию жилого района.

Выбор модельной конфигурации зоны города зависит от системы построения сети улиц и магистралей города: прямоугольник-прямоугольно-линейная; квадрат-квadrатно-линейная; трапеция-радиально-кольцевая. Если упомянутые системы не вызывают особых трудностей в определении геометрической фигуры зоны, то на радиальной схеме следует остановиться подробнее. Как показывают расчеты сравнительных показателей основных систем построения сети магистральных улиц города [65, 66], при равных площадях городов плотность магистралей у города с радиальной схемой транспортной сети наименьшая.

Модель города должна отражать и эту закономерность. Из набора геометрических фигур модельной конфигурации функциональных зон города: окружность, квадрат, прямоугольник, трапеция, треугольник; при равных площадях наименьший периметр имеет окружность (соотношение сторон прямоугольника 2:1; трапеция:

меньшее основание равно 1, трапеция равнобедренная; треугольник равносторонний, окружность с радиусом, равным 1). Отсюда и плотность магистралей у модельного города, состоящего из функциональных зон в виде окружностей будет меньше, чем у городов, зоны которых имеют другую конфигурацию. Поэтому, для радиальной схемы построения сети улиц города в качестве модельной фигуры выбрана окружность.

Автомобильная дорога и происходящее на ней движение потоков автомобилей представляют сложную композицию случайных явлений, изменяющихся как в пространстве, так и во времени. По длине дороги изменяются как элементы дороги так и все характеристики движения автомобилей. Это вызвано случайно комбинацией форм рельефа, постоянными изменениями климатических условий, участием человека в транспортном процессе, случайным характером выезда автомобилей на дорогу. Для городов важной характеристикой, влияющей на движущиеся транспортные потоки, является плотность транспортной сети дорог и магистралей. Под воздействием этих факторов формируется движение транспортных потоков на автомобильных дорогах.

Зонирование городов по пяти территориальным зонам обуславливает необходимость рассмотреть распределение транспортных потоков по этим зонам.

Распределение транспортных потоков по зонам мы проводим, учитывая одну из характеристики системы: дорожные условия – транспортные потоки, а именно – плотность сети магистральных улиц и дорог. Плотность сети улиц и дорог по функциональным зонам принята в пределах: жилые районы, от 2 км/км<sup>2</sup> до 2,5 км/км<sup>2</sup>; общественные центры, от 4 км/км<sup>2</sup> до 5 км/км<sup>2</sup>; промышленные районы, от 0,8 км/км<sup>2</sup> до 2,5 км/км<sup>2</sup>; районы отдыха и остальные

территории от  $0,2 \text{ км/км}^2$  до  $1,2 \text{ км/км}^2$  [39]. Значение плотности дорог по функциональным зонам дифференцируются по каждому городу в зависимости от населения.

Важное место при расчете экономического ущерба от вредных выбросов автомобильного транспорта занимают показатели подвижности населения города.

Подвижность населения, выражаемая числом передвижений в год на одного жителя, является одной из социальных характеристик образа жизни городского населения. Чем больше величина города, тем больше в ней возможностей для удовлетворения культурно-бытовых потребностей человека, следовательно, больше и подвижность жителей города.

Различные обследования подвижности городского населения, проведенные в СССР [39,64], позволяют сделать вывод о том, что общая подвижность городского населения достаточно устойчива для городов одной величины с близким уровнем транспортного обслуживания.

Вместе с тем города представляют собой значительные территориальные образования, в связи с чем часть передвижений приходится совершать на транспорте; эта доля передвижений определяется с помощью коэффициента пользования транспортом.

В настоящее время передвижение городского населения характеризуется данным, приведенными в табл.2.10.

Таблица 2.10

### Подвижность городского населения

Показатель	Величина города, тыс. человек		
	от 250 до 500	от 500 до 1000	от 1000 и более
Подвижность населения (число передвижений на одного жителя в год)	600-900	700-1000	1100-1300

Данная таблица представляет собой обобщение результатов натуральных обследований, которые проводились в СССР с целью разработки комплексных транспортных схем для городов с населением более 250 тис. жителей [64].

Подвижность населения по различным видам городского общественного транспорта в нашем расчете учитывает суммарное число поездок на одного жителя на автобусе, троллейбусе и трамвае, табл. 2.11.

Таблица 2.11

## Подвижность населения по группам городов СССР

Город с населением	Количество поездок на 1 жителя в год		
	1970	1975	Ближайшая перспектива (ориентировочно 1980-1990)
1 млн.чел. и более*	555	527	550
от 500 тыс. до 1 млн. жителей	494	468	500
от 250 до 500 тыс. жителей	440	436	470

\* Без учета транспортной подвижности жителей городов Москвы и Ленинграда

Количественные характеристики транспортной подвижности за 1970 год (табл.2.11) взяты из [64], за 1975 год и на ближайшую перспективу из [39].

Транспортное обслуживание городского населения массовым пассажирским транспортом является основополагающим принципом развития транспортного обслуживания городов СССР. Вместе с тем для более полного удовлетворения потребностей советских людей планами развития народного хозяйства в СССР намечен интенсивный рост парка легкого автомобильного транспорта.

Для решения проблемы рационального использования легковых автомобилей, определения их доли в транспортном обслуживании населения в городах СССР в 70е годы были проведены транспортно-социологические обследования использования индивидуальных легковых автомобилей [64]. Эти обследования не позволяют пока обобщить результаты по группам городов с различной численностью населения, как это сделано по общественному транспорту, поэтому ниже будут освещены результаты этих обследований по городам Москве, Ленинграду, Свердловску, Челябинску, Риге, Талину, Киеву, Горькому, Куйбышеву.

Частота пользования автомобилем является характеристикой, определяющей интенсивность движения легковых автомобилей на улицах городах, объем пассажироперевозок, потребность в стоянках, и гаражах. На частоту поездок существенно влияет также их дальность и продолжительность. Практика показывает, что средняя частота поездок составляет около 40%. При такой частоте поездок соотношение затрат времени при пользовании общественным и автомобильным транспортом 0,1. Отсюда, удельный вес поездок на индивидуальном транспорте находится в пределах 10% [64], от всего числа поездок 1 жителя в год. Этот показатель не расходится и с данным О. К. Кудрявцева и других авторов. Пассажирские перевозки, выполняемые в настоящее время индивидуальным автомобильным транспортом, в городах СССР еще не велики и составляют 5-10% от объема пассажироперевозок городским общественным транспортом [39].

После всего собранного материала подвижность населения по группам городов в период 1980-1990гг. представлена в табл.2.12.

Таблица 2.12

## Подвижность городского населения

Показатель	Величина города, тыс. чел.		
	от 250 до 500	от 500 до 1000	1000 и более
Подвижность населения (число передвижения на одного жителя в год) в том числе:			
Число поездок в год на одного жителя на автобусе, троллейбусе и трамвае	750	850	1200
Число поездок в год на одного жителя на индивидуальном транспорте	450	500	550
Число передвижения пешком на одного жителя в год	52	56	61
	228	294	589

Время — важнейшая экономическая категория. Процесс производства, труд, воспроизводство рабочей силы осуществляется во времени. При оценке экономического ущерба огромное значение имеет выявление структуры затрат времени населением.

Разработка такой структуры необходимо, во-первых, для научно-обоснованной классификации разнообразных видов затрат времени различных групп населения, что весьма важно для качественного проведения расчета ущерба. Во-вторых, анализ такой структуры позволяет выработать конкретные рекомендации и пути уменьшения экономического ущерба.

Заметим, что структура затрат времени не может быть единой и неизменной, так как она зависит от принципов, положенных в основу ее построения.

В нашей работе для анализа использования затрат времени значительный интерес представляет построение структуры времени в зависимости от места пребывания человека.

В зависимости от места нахождения человека все затраты времени можно разделить на три основных группы: 1) время, пребывания на предприятии (в учреждении); 2) время пребывания в квартире; 3) время пребывания вне квартиры и предприятия.

Ниже предлагается более подробная структура фонда времени населения в зависимости от места их нахождения [50].

1. Время пребывания на предприятии (учреждении). Сюда входят: рабочее время; затраты времени на переходы на предприятие до начала работы и от окончания работы до ухода с предприятия; обеденный перерыв.

2. Время пребывания в квартире: приготовление пищи, уход за помещением, мебелью, приборами, одеждой, обувью и бельем, уход за детьми и занятия с ними, уход за больными членами семьи, уход за собой, питание (дома), сон, учеба и самообразование, отдых и развлечения, творческая деятельность и любительский труд.

3. Время пребывания на предприятии и в учреждениях бытового обслуживания, в магазинах, на рынке, в предприятиях общественного питания, предприятия по ремонту и чистке мебели, приборов, одежды, обуви, в ателье, в бане, парикмахерских, лечебных заведениях, прочие.

4. Время пребывания в учреждениях и организациях культуры и спорта: в лечебных заведениях, лекционных залах, дошкольных учреждениях и т.п.; в зрелищных учреждениях(кино, театр, клубы, музеи и т.п.); в спортивных учреждениях; в производственных помещениях в связи с выполнением общественных обязанностей и самодеятельностью.

5. Время пребывания вне предприятия, квартиры и культурно-бытовых учреждений; труд в личном подсобном хозяйстве, отдых, спорт и другие затраты.

6. Время на передвижения: к месту работы и обратно; к магазинам и столовым; к парикмахерским, баням, больницам и бытовым учреждениям; передвижения в учебные заведения (библиотеки), зрелищные учреждения; к объектам спорта, общественная работа, прочие.

По предложенной структуре общего фонда времени населения нами проведены исследования по выявлению затрат времени городского жителя по возрастным и социальным группам. С этой целью критически переработанные данные из источников [7, 47, 50, 51]. Анализ позволил ориентировано определить затраты времени на одного городского жителя за год к итогу в возрасте от 0 до 70 лет в зависимости от места пребывания, табл. 2.13.

Таблица 2.13

Затраты времени одного городского жителя за год  
в возрасте от 0 до 70 лет (в % к итогу)

Структура фонда времени	Возраст от 0 до 7 лет		Возраст от 7 до 17 лет	Возраст с 18 до 70 лет	Баланс времени одного жителя 0-70 лет
	Находился дома	Находился в дошкольном учреждении (сад, ясли)			
Время пребывания на предприятии (в учреждении)	0	0	0	23-27	15,0-17,5
Время пребывания в квартире	88-90	67-72	68-71	41-52	53,5-60,9
Время пребывания на предприятиях и в учреждениях бытового обслуживания	0	0	1	6-9	4,1-6,1

Продолжение таблицы 2.13

1	2	3	4	5	6
Время пребывания в учреждениях и организациях культуры и спорта	0	23-27	17-19	4-5	7,7-8,5
Время пребывания вне предприятия, квартиры и культурно-бытовых учреждений	10-12	2-3	7-8	5-6	4,9-5,6
Время на передвижение	0	3	4	10-12	4,5-8,8
Итого:	100	100	100	100	100

Для оценки экономического ущерба от вредных выбросов автотранспорта необходимы данные о фактической плотности пребывания людей на загрязненной территории. Загрязненная территория или зоны активного загрязнения (ЗАЗ) представляет собой полосы шириной 200 метров, центральная ось которой совпадает с центральной осью магистрали [21]. Фактически плотность пребывания людей в ЗАЗ необходима для определения показателей относительной опасности на селитебных территориях, т. е. для жилых районов и микрорайонов, для остальных функциональных зон дано в Методике... [21]. Анализ структуры городских территорий и подвижности населения города показывает, что жители города попадают в загрязненную зону при следующих обстоятельствах:

- 1) при перемещении в общественном транспорте (автобусе, трамвае, троллейбусе);
- 2) при перемещении в индивидуальном транспорте;
- 3) при перемещении пешком вдоль ЗАЗ или пересекая ее;
- 4) во время пребывания на предприятиях и в учреждениях бытового обслуживания, которые располагаются в ЗАЗ;

5) во время пребывания в квартире, если дом находится в досягаемости загрязнителя.

Более позднее исследования Артемова В.А. [6] показывает, что в 1990 году по сравнению с 1972 годом время передвижения на работу сократилось на 1-2 мин., а время передвижения на транспорте несколько увеличилось. Таким образом, процент времени на движение в размере 4,5-8,8 % и в эти годы остается таким же, как был в 70-х годах.

В юбилейном справочнике «Народное хозяйство СССР за 70 лет» [45] имеет структура времени рабочих и служащих промышленности и колхозников. Бюджет времени дан отдельно для женщин и мужчин, в рабочий день и выходной. Перечисленные затраты времени на среднего рабочего независимо от пола показаны в табл. 2.14.

Таблица 2.14

## Затраты времени на одного рабочего в год (в % к итогу)

Структура форма времени	Баланс времени
Рабочее время	21,3
Время, связанное с производством (передвижение к месту работы и обратно, обеденный перерыв, прием и сдача смены)	4,6
Время на ведения домашнего хозяйства в том числе:	12,3
- на покупку товаров и получение услуг	3,1
- на работу по дому	9,2
- затраты времени в жилом подсобном хозяйстве и на садовом участке	0,4
- свободное время	20,6
- время на удовлетворение физических потребностей ( сон, принятие пищи, уход за собой)	39,7
Прочие затраты	1,1

Используя данные табл. 2.14 можно представить структуру бюджета времени рабочих в разрезе табл. 2.13, тогда время пребывания на предприятиях, учреждениях будет составлять 21,3%, в квартире – 58,0%, на предприятиях бытового обслуживания – 5%, в учреждениях культуры и спорта – 1%, время пребывания вне предприятий квартиры, культурно-бытовых учреждений – 8,8%, время на передвижения – 5%. Однако, учитывая, что здесь представлены только одна группа населения, а население до рабочего и после рабочего периодов не учтено, то можно будет воспользоваться структурой времени, указанной табл. 2.13. Как показал анализ, изменения в структуре бюджета времени городского жителя за данный период не произошло, структура бюджета времени меняется незначительно.

Время пребывания в загрязненной зоне для каждого из пяти упомянутых случаев требует своего определения. Рассмотрим каждую ситуацию подробно.

Перемещение в автобусе, трамвае и троллейбусе включает время прохода к остановке. Из всего времени подхода нас интересует только время нахождения объекта в загрязненной зоне. Находится он в ЗАЗ то время, которое потребовалось бы на преодоление пешком от 100 до 300 метров, т.е. 1,2-4,2 минуты. В среднем берем 2 минуты. Далее, приплюсуем время ожидания транспорта на остановке, составляет 2,7 минуты [66]. И, наконец, время передвижения в городском транспорте. Это время ( $t$ ) ориентировочно определяется из формулы:

$$t = \frac{l}{V_{от}}; \quad (2.20)$$

где  $l$  - расстояние, проезжаемое пассажиром, км;

$V_{от}$  - средняя скорость движения общественного транспорта в городе,  $V_{от} = 18 \text{ км/час}$  [66].

В модельном районе, как отмечалось ранее, транспорт движется по периметру. Наибольшее расстояние, которое может проехать пассажир, не покидая приделы района, равно половине периметра района. Наименьшее расстояние равно нулю, т.е. пассажир после посадки в автобус, троллейбус, сразу выезжает за приделы жилого района. Отсюда среднеарифметическое расстояние, проезжаемое каждым пассажиром, равно четверти периметра жилого района, находятся в загрязненной зоне, но это будет уже другой, нежилой район, в котором показатель относительной опасности рассчитывается иным путем, и учитывает проезд или пребывание населения из жилых районов. С учетом расстояния, проезжаемого пассажиром, формула (2.20) имеет вид:

$$t_{от} = \frac{P}{4V_{от}} + 0,078; \quad (2.21)$$

где  $t_{от}$  - время передвижения в общественном транспорте, час;

$P$  - периметр модельного жилого района, км;

$0,078$  - постоянная величина, показываемая суммарное время подхода к остановке и ожидания транспорта в часах, 4,7 мин. равно 0,078 часа.

При перемещении в индивидуальном транспорте нахождение в ЗАЗ определяется временем езды по периферии жилого района:

$$t_{ит} = \frac{P}{4V_{ит}}; \quad (2.22)$$

где  $t_{ит}$  - время езды в индивидуальном транспорте, час;

$V_{ит}$  - средняя скорость движения индивидуального транспорта в городе,  $V_{ит} = 25 \text{ км/час}$  [66].

Перемещение пешком с попаданием в зону загрязнения возможно в двух случаях. Во-первых, при движении вдоль транспортной артерии. Предполагаем, что в основном население проходит вблизи транспортного потока от 100 до 500 метров. На более дальние расстояния люди передвигаются на городском транспорте. В среднем берем движение на расстояние 300 метров, что при скорости движения 5 км/час занимает 3,6 мин.

Во-вторых, при пересечении ЗАЗ. Для жилого района это составляет 100 метров (до центральной оси дороги) занимает 1,2 минуты.

Данных о расположении предприятий бытового обслуживания в загрязненной зоне нет. Но анализ фактического расположения магазинов, предприятий общественного питания, парикмахерских, ателье показывает, что многие из них находятся в 100-метровой зоне от центральной оси улиц и дорог. Это факт дает основание предполагать, что половина всего времени пребывания на предприятиях и в учреждениях бытового обслуживания приходится на время нахождения посетителей в зоне активного загрязнения вредными выбросами автотранспорта. Ориентировочно, в соответствии с табл. 2.13 берем это время равным 447,0 часов в год. Среднее время пребывания в квартире составляет 53-61 % от годового фонда времени. Для расчета принимаем время пребывания в квартире каждым жителем города равным 5011 часов, что составляет 57 % от годового фонда.

Итак, у нас имеет вся необходимая информация для определения показателя относительной опасности загрязнения воздуха для города. Этот показатель рассчитывает в соответствии с рекомендациями Методики... /21/, однако определение транспортной  $\sigma_{\text{тр}}$  отличается /32/ и имеет вид:

$$\sigma_{\text{тр}} = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{L_{\text{общ}}} \cdot \sigma_i; \quad (2.23)$$

где  $n$  - общее число типов территорий, попадающих в зону активного загрязнения (ЗАЗ);

$L_i$  - протяженность транспортной сети на  $i$ -й территории;

$L_{\text{общ}}$  - общая протяженность транспортной сети;

$B_i$  - показатель относительной опасности на  $i$ -й территории.

В Методике [21] значения показателя  $B_i$  даны. Однако, для  $B$  на селитебной территории необходимо наличие данных о фактической плотности пребывания людей на загрязненной территории  $N$  чел.·час/год·га.

На территории населённых мест с плотностью пребывания людей  $N$  расчетное значение  $B_{\text{сел}}$  равно:

$$\sigma_{\text{сел}} = \frac{N}{35000}; \quad (2.24)$$

Плотность пребывания людей  $N$  в зоне активного загрязнения вредными выбросами автомобильного транспорта может быть рассчитана по формуле:

$$N = N_{\text{от}} + N_{\text{ит}} + N_{\text{п}} + N_{\text{б}} + N_{\text{кв}}; \quad (2.25)$$

где  $N_{\text{от}}$  - плотность пребывания людей в загрязненной зоне при передвижении на общественном транспорте – автобусе, троллейбусе, трамвае (чел. час/год га.);

$N_{\text{ит}}$  - при передвижении на индивидуальном транспорте (чел. час/год га.)

$N_{\text{п}}$  - при передвижении пешком (чел. час/год га.);

$N_{\text{б}}$  - во время пребывания на предприятиях и учреждениях бытового обслуживания (чел. час/год га.);

$N_{\text{кв}}$  - во время пребывания в квартире (чел. час/год га.).

Зона активного загрязнения в жилом районе модельного города представляет полосу по периметру жилого района шириной 100 метров. Это утверждение основано на том, что в территориальной модели города нами оговорено допущение, — весь транспорт, движущийся внутри функциональной зоны, выносится на внешнюю сторону. Автотранспорт движется по периметру функциональной зоны, т.е. жилого района. Ширина зоны определена в Методике... [21]. Практически, площадь зоны активного загрязнения  $S_{ЗАЗi}$  в  $i$ -й территориальной зоне рассчитывается по формуле: (размерность ЗАЗ в га).

$$S_{ЗАЗi} = 10 \cdot P_i \cdot n_i; \quad (2.26)$$

где  $P_i$  - периметр жилого района в  $i$ -й зоне в км;

$n_i$  - число жилых районов  $i$ -й зоне.

Периметр жилого района может рассчитываться соответственно модельной конфигурации жилого района. Рассмотрим отдельно каждый вариант.

1. Периметр жилого района, модельная конфигурация которого — окружность, вычисляется по формуле:

$$P_{окр} = \sqrt{0,04 \cdot \pi \cdot S_p}; \quad (2.27)$$

где  $P_{окр}$  - периметр жилого района, км;

$S_p$  - площадь одного жилого района, га;

2. Модельная конфигурация жилого района – квадрат.

$$P_{кв} = 0,4 \cdot \sqrt{S_p}; \quad (2.28)$$

3. Модельная конфигурация жилого района – прямоугольника с отношением сторон 2:1

$$P_{\text{пр}} = 3 \cdot \sqrt{0,02 \cdot S_p}; \quad (2.29)$$

4. Жилой район в форме трапеции. Трапеция равнобедренная, высота равна 1, меньшее основание – 1; большее – 2.

$$P_{\text{тр}} = 0,428 \cdot \sqrt{S_p}; \quad (2.30)$$

Плотность пребывания людей в ЗАЗ при передвижении на автобусе, троллейбусе, или трамвае  $N_{\text{от}}$  равна:

$$N_{\text{от}} = H_i \cdot t_{\text{от}} \cdot m_{\text{от}} / S_{\text{ЗАЗ}}; \quad (2.31)$$

где  $H_i$  - численность населения в  $i$ -й зоне города, чел.;

$t_{\text{от}}$  - время передвижения в общественном транспорте, час, (2.21);

$m_{\text{от}}$  - число поездок в год на одного жителя на автобусе, троллейбусе и трамвае (табл. 2.12).

Или, проставляя величины формулы (2.21) получаем:

$$N_{\text{от}} = H_i \cdot (P_i \cdot n_i / 72 + 0,078) \cdot m_{\text{от}} / S_{\text{ЗАЗ}i}; \quad (2.32)$$

Плотность пребывания людей в ЗАЗ при передвижении на индивидуальном транспорте, (с учетом формул 2.22 и 2.26)

$$N_{\text{ит}} = H_i \cdot m_{\text{ит}} / 1000; \quad (2.33)$$

где  $m_{\text{ит}}$  - число поездок в год на одного жителя на индивидуальном транспорте (табл. 2.12).

Плотность пребывания людей в ЗАЗ при передвижении пешком,  $N_{\text{п}}$ :

$$N_{\text{п}} = 0,02 \cdot H_i \cdot m_{\text{п}} / S_{\text{ЗАЗ}i}; \quad (2.34)$$

где  $m_{\text{п}}$  - число передвижения пешком (табл. 3.12);

0,02 - время попадания в зону загрязнения, в часах.

Плотность пребывания людей в ЗАЗ при посещении предприятий и учреждений бытового обслуживания -  $N_{\text{б}}$ :

$$N_{\text{б}} = N_i \cdot T_{\text{б}} \cdot P_{\text{б}} / 2 \cdot S_{\text{ЗАЗ}i}; \quad (2.35)$$

где  $T_{\text{б}}$  - время пребывания на предприятии и в учреждениях бытового обслуживания. Ориентировочно, в соответствии с табл. 2.13,  $T_{\text{б}} = 447$  час/год;

$P_{\text{б}}$  - коэффициент снижения загрязнения для помещений предприятий бытового обслуживания,  $P_{\text{б}} = 0,5$ .

Плотность пребывания людей в ЗАЗ при нахождении их в квартире -  $N_{\text{кв}}$ :

$$N_{\text{кв}} = Q_i \cdot T_{\text{кв}} \cdot P_{\text{кв}}; \quad (2.36)$$

где  $Q_i$  - плотность населения селитебной территории в  $i$ -й зоне города, чел./га;

$T_{\text{кв}}$  - время пребывания в квартире в период воздействия загрязнителей, час/год, в соответствии с табл. 2.13;

$P_{\text{кв}}$  - коэффициент снижения загрязнения для жилых помещений,  $P_{\text{кв}} = 0,3$ .

Показатель  $T_{\text{кв}}$  требует дополнительного пояснения. Около 500 часов в год (57%) среднестатистический житель города проводит в квартире. Однако нас интересует только та часть времени, в течении которой идет интенсивное загрязнение атмосферы. В среднем из 13 часов в сутки, в течении которых среднестатистический житель находится в квартире (примерно с 19.00 до 8 часов утра), транспорт интенсивно функционирует около 4 – 6 час. Именно в течение этого времени загрязненный автомобилями воздух попадает в квартиру. Поэтому, в расчетах учитывается время пребывания в квартире в период интенсивной транспортной работы на городских магистралях, табл. 2.15.

Таблица 2.15

Период интенсивного функционирования автотранспорта на территории города во время нахождения жителей в квартире

Группа города	Период времени, в течение суток, час	Годовой фонд периода, час
I	5 – 6	2000
II	4 – 5	1800
III	4	1460

Переходим к определению второго множителя – поправки  $f$ , учитывающей характер рассеивания примесей в атмосфере.

Перенос и рассеивание примесей, поступающих в атмосферу, осуществляется по законам турбулентной диффузии, а время сохранения примесей в атмосфере зависит от множества факторов, доминирующее значение среди которых принадлежит метеорологическим условиям. Кроме того, в атмосфере происходит гравитационное оседание крупных частиц, химические и фотохимические реакции между различными веществами, перенос их на значительное расстояние и вымывание их из атмосферы осадками. Под влиянием всех этих факторов при постоянных выбросах вредных веществ уровень загрязнения приземного слоя воздуха может колебаться в очень высоких пределах.

В связи с этим, решение задачи определения экономического ущерба от вредных выбросов автотранспорта в городах в значительной степени зависит от понимания роли метеорологических условий и правильного учета способности атмосферы рассеивать и удалять поступающие в нее вредные вещества, т.е. способности атмосферы к «самоочищению».

Главным фактором, влияющим на распределение примесей в атмосфере, является ветровой режим. Характер рассеивания и переноса

примесей применительно к автотранспорту, в основном зависит от скорости ветра. Чем выше скорость ветра, тем быстрее удаляются вредные примеси из зоны активного загрязнения.

Расчет экономического ущерба от выбросов автотранспортных средств проводится в настоящей работе по трем ингредиентам – окись углерода ( $\text{CO}$ ), углеводороды ( $\text{C}_x\text{H}_y$ ) и окислов азота ( $\text{N}_x\text{O}_y$ ). Перечисленные вещества представляют собой газообразную примесь отработавших газов автомобилей с очень малой скоростью оседания, менее 1 см/сек. Поправка  $f$ , учитывающая характер рассеивания примеси в атмосфере, определяется по формуле:

$$f = 4(\text{м/сек}) / 1(\text{м/сек}) + U; \quad (2.37)$$

где  $U$  – среднегодовая скорость ветра на уровне флюгера, м/сек.

По вышеизложенным методическим принципам нами рассчитаны величины  $B_{\text{тр}}$  (относительной опасности территории) и  $f$  (учет рассеивания примесей в атмосфере) по 130 городам СССР, табл. П.2.

Города сгруппированы по экономическим районам и расположены по мере убывания числа жителей.

Последняя составляющая при определении экономического ущерба – приведенная масса годового выброса загрязнителей  $M_{\text{пр}}$ :

$$M_{\text{пр}} = \sum_{i=1}^k A_i \cdot m_i; \quad (2.38)$$

где  $k$  – общее число примесей, выбрасываемых источником в атмосферу;

$A_i$  – показатель относительной агрессивности примесей  $i$ -го вида, усл. т/т;

$m_i$  – масса годового выброса примеси  $i$ -го вида в атмосферу, т/год.

В составе отработавших газов автомобилей насчитывается около двухсот ингредиентов. Однако, для укрупненной оценки экономического ущерба достаточно знать величину выбросов 3 – 6 составляющих. Справедливость такого допущения можно показать, проанализировав табл. 1.4 (I глава диссертации). Примерно 77-90% (по объему) из состава всех компонентов выброса приходится на азот, кислород, и пары воды [22], которые принято считать нетоксичными. Весовое соотношение вредных веществ по некоторым наиболее опасным ингредиентам дано в табл. 2.16 [19].

Таблица 2.16

Величина выделяемых вредных выбросов автотранспортом

Вредные вещества	Масса вредных веществ в кг на 1 тонну израсходованного топлива	
	Бензиновый двигатель	Дизель
Оксид углерода	270,0	35,0
Углеводороды	34,0	11,0
Оксиды азота	28,0	51,0
Сажа	0,8	5,0
Оксиды серы	0,7	44,5
Соединения свинца	0,24	-
Всего:	333,74	146,5

Из табл. 2.16 видно, что около 90 – 99% от общей массы вредных веществ, приходится на три ингредиента – монооксид углерода, углеводороды и окиси азота. Использование при расчете только перечисленных ингредиентов загрязнения диктуются также

тем, что в настоящее время ведется их статистический учет. Данные о других компонентах отрывочные и не носят системного характера. В работе расчет ущерба проведен с учетом трех ингредиентов в составе примесей: монооксида углерода (CO), углеводородов (C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>) и окислов азота (N<sub>x</sub>O<sub>y</sub>). Показатели относительной опасности в соответствии с «Временной типовой методикой...» [21] равны: A<sub>CO</sub> = 1; A<sub>C<sub>x</sub>H<sub>y</sub></sub> = 1,26 (для городов, расположенных выше 45<sup>0</sup> с.ш. ) или A<sub>C<sub>x</sub>H<sub>y</sub></sub> = 3,16 (для городов, расположенных ниже 45<sup>0</sup> с.ш.), A<sub>N<sub>x</sub>O<sub>y</sub></sub> = 41,1.

Массу годового выброса примеси *i*-го вида ( *m<sub>i</sub>* ) можно определить по формуле (2.39) [37, 71]:

$$m_i = \sum_{j=1}^a \sum_{k=1}^b m'_{ij} \cdot l_k \cdot k_{ij} \cdot b_{ij} \cdot J_{kj} \cdot 10^6; \quad (2.39)$$

где *i* – примесь (CO, C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>, N<sub>x</sub>O<sub>y</sub>);

*j* – группа транспортных средств, см. табл. 2.17;

*k* – участок улицы или дороги с интенсивностью *J<sub>kj</sub>*;

*m'<sub>ij</sub>* – удельная масса выбросов, г/км, табл. 2.17;

*l<sub>k</sub>* – длина участка улицы или дороги, км.;

*k<sub>ij</sub>* – коэффициент влияния среднего возраста парка, табл. 2.17;

*b<sub>ij</sub>* – коэффициент влияния уровня технического состояния, табл. 2.17;

*J<sub>kj</sub>* – интенсивность движения автотранспорта, авт./год.

Размерность *m<sub>i</sub>* в формуле (2.39) – тонн/год.

Расчёт *m<sub>i</sub>* по формуле (2.39) относительно трудоёмок. Поэтому, можно воспользоваться данными о массе выбросов автотранспорта из

Таблица 2.17

Значение коэффициентов, используемых при определении выбросов CO, C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>, N<sub>x</sub>O<sub>y</sub> транспортными средствами [43]

Группа транспортных средств	Удельные выбросы, г/км			Коэффициент влияния среднего возраста парка			Коэффициент влияния уровня технического состояния		
	CO	C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	N <sub>x</sub> O <sub>y</sub>	CO	C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	N <sub>x</sub> O <sub>y</sub>	CO	C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	N <sub>x</sub> O <sub>y</sub>
Грузовые и специальные не легковые бензиновые	61,9	13,3	8,0	1,33	1,2	1,0	1,69	1,86	0,8
Грузовые и специальные не легковые дизельные	15,0	6,4	8,5	1,33	1,2	1,0	1,8	2,0	1,0
Грузовые и специальные не легковые газобаллонные	30,0	10,23	5,0	1,33	1,2	1,0	1,69	1,86	0,8
Автобусы бензиновые	57,5	10,7	8,0	1,32	1,2	1,0	1,69	1,86	0,8
Автобусы дизельные	15	6,4	8,5	1,27	1,0	1,0	1,8	2,0	1,0
Автобусы газобаллонные	28,8	8,2	5,0	1,32	1,2	1,0	1,69	1,86	0,8
Легковые пассажирские и специальные	18,7	2,25	2,7	1,28	1,17	1,0	1,63	1,83	0,89
Легковые индивидуального пользования	17,9	2,1	2,6	1,28	1,28	1,17	1,0	1,78	0,9

«Ежегодников состояния загрязнения воздуха городов и промышленных центров Советского Союза», издаваемых ГГО им. Л.И. Воейкова [27 – 30].

Оценка функционального сопряженного экономического ущерба по 130 городам Советского Союза рассчитана нами и представлена в Приложении, табл. П.2.

Однако, на уровне автопредприятий расчет массы годового выброса вредных веществ по формуле (2.39) осуществить на практике довольно сложно.

Для автопредприятий, кооперативов и организаций, имеющих свой автотранспорт, можно воспользоваться формулой:

$$m_i = \sum_{j=1}^a m'_{ij} \cdot k_{ij} \cdot b_{ij} \cdot S_j \cdot 10^6; \quad (2.40)$$

где  $S_j$  - годовой пробег  $j$ -й группы транспортных средств, км.

Вывод. Расчет функционального сопряженного экономического ущерба на основании данных из табл. П.2. ( $B_{тр}$ ,  $f$ ) и величины массы выбросов по формуле (2.40) используется при определении эколого-экономического эффекта топливной экономичности транспортных средств или эколого-экономической эффективности применения альтернативных видов топлива.

Помимо использования в формуле эколого-экономической эффективности расчет функционального экономического ущерба от загрязнения автотранспортом может использоваться самостоятельно для решения многих градостроительных и планировочных задач:

- размещение автопредприятий;
- определение предельных нагрузок автомагистралей;
- размещение жилых зданий и общественных учреждений.

Очевидна определенная эффективность от обоснования таких мероприятий, как:

- строительство объездных дорог, подземных переходов;
- введение ограничений и запретов на движение автотранспорта в исторических центрах городов, зеленых зонах;
- очистка выхлопных газов;
- улучшение технического состояния и структуры автопарка.

### 3. ПРАКТИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОЦЕНОК ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОТОРНОГО ТОПЛИВА АВТОТРАНСПОРТНЫМИ СРЕДСТВАМИ

#### 3.1 Расчет функционального сопряженного экономического ущерба от загрязнения атмосферы выбросами автотранспорта в г. Сумы

Расчет экономического ущерба ведется в соответствии с разработками, предложенными в параграфе 2.5 настоящей диссертационной работы.

Укрупненная оценка экономического ущерба, причиняемого годовыми выбросами вредных веществ автотранспортом в атмосферный воздух, определяется в соответствии с формулой [21]:

$$Y = \gamma \cdot \sigma_{\text{тр}} \cdot f \cdot M_{\text{пр}}; \quad (3.1)$$

где  $\gamma$  – множитель, численное значение которого равно 2,4 (руб./усл.т.);

$\sigma_{\text{тр}}$  – транспортный показатель относительной опасности территории (безразмерный);

$f$  – поправка, учитывающая характер рассеивания примесей в атмосфере (безразмерная);

$M_{\text{пр}}$  – приведенная масса годового выброса загрязнений из источника (усл. т/год);

Задача определения показателя  $\sigma_{\text{тр}}$  относится именно к такому типу, когда аналитическое решение задачи ввиду значительных математических трудностей практически невозможно, а проведение экспериментальных и натуральных наблюдений требует больших затрат и средств. Одной из

эффективных мер по преодолению этих трудностей является применение моделирования сложных систем и объектов.

Анализ набора планировочно-поселенческих характеристик г.Сумы (табл.3.1), а также фактического баланса территории по функциональным зонам (табл.3.2) позволили, используя табл.2.7, осуществить модельное территориальное зонирование г.Сумы (табл.3.2).

Распределение селитебной территории по зонам города решается с помощью селитебных территориальных коэффициентов, представленных в табл. 2.8.

Плотность населения города по территориальным зонам разбита на основании рекомендаций табл.2.9.

Численность населения по зонам города находится как произведение площади селитебной территории на приведенную плотность населения (табл. 3.3).

Число жилых районов по городу и в том числе по зонам определяется делением численности населения в городе или в зоне на численность населения в жилом районе (табл. 3.4). Площадь жилого района рассчитывается как отношение селитебной территории к числу жилых районов (табл. 3.4). Периметр жилого района зависит от выбранной нами модельной конфигурации жилого района. Для условий г. Сумы это – прямоугольник. Воспользовавшись формулой (2.29) вычисляем периметр жилых районов в каждой из пяти территориальных зон. Результаты расчета в табл. 3.4. Распределение территории зоны по остальным, кроме селитебной, функциональным зонам осуществлено в табл. 3.5 пропорционально городской структуре баланса территорий.

Протяженность модельной транспортной сети по территориальным зонам города на селитебной территории находится как сумма периметров жилых

Таблица 3.1

## Набор планировочно-поселенческих характеристик г. Сумы

Население, тыс. чел.	Строительно-климатическая зона	Удельная полезная площадь жилищ, м <sup>2</sup> /чел.	Средняя этажность	Население микрорайона	Население жилого района	Система построения сети улиц	Модельная конфигурация жилого района
284	Пв	15,0	2,9	12,4	41,0	Прямоугольно-линейная	Прямоугольник

Таблица 3.2

Структура территорий в пределах городской застройки по функциональным и территориальным зонам, км<sup>2</sup>

Всего городская территория	Территория в пределах городской застройки	в том числе по функциональным зонам города							по территориальным зонам города				
		сели-тебные	промыш-ленные и санитарно-защит-ные зо-ны	склад-ские	участки предпри-ятий и сооруже-ний коммунальн. хоз-ва	внешний транс-порт и дороги	водные прост-ранст-ва	прочие	1	2	3	4	5
115,5	69,9	22,3	7,4	2,1	0,3	4,5	2,7	22,6	3,7	6,2	10,5	19,7	21,8

Таблица 3.3

Селитебная территория, плотность и численность населения  
по территориальным зонам

Селитебная территория, га						Плотность населения, чел./га						Численность населения по зонам города, тыс. чел.				
Всего	в том числе по зонам города					средняя по городу	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
	I	II	III	IV	V											
2230	370	424	446	468	522	127	154	141	123	117	110	57,0	59,8	54,9	54,8	57,5

Таблица 3.4

Число, площадь и периметр жилых районов города

Жилые районы						Площадь, га (в числителе) и периметр, км (в знаменателе) одного жилого района по зонам				
Всего	в том числе по зонам					I	II	III	IV	V
	I	II	III	IV	V					
7	1	2	1	1	2	$\frac{370}{8,16}$	$\frac{212}{6,18}$	$\frac{446}{8,96}$	$\frac{468}{9,18}$	$\frac{261}{6,85}$

Таблица 3.5

Структура городской территориальной зоны, км<sup>2</sup>

Территориальные зоны	Общая площадь	в том числе по функциональным зонам						
		селитебная	промышленная с прилегающими зонами	складская	участки предприятий и сооружений к/х	территории внешнего транспорта и дороги	водные пространства	прочие территории
I	3,70	3,70	-	-	-	-	-	-
II	6,20	4,24	0,37	0,10	0,02	0,22	0,13	1,12
III	10,50	4,46	1,13	0,32	0,05	0,62	0,41	3,44
IV	19,70	4,68	2,81	0,80	0,12	1,71	1,02	8,56
V	21,80	5,22	3,09	0,88	0,11	1,88	1,14	9,48

районов в данной зоне (табл. 3.6). Протяженность сети дорог для остальных зон вычислена как произведение плотности сети улиц и дорог этих зон (табл. 3.7) и площади соответствующей функциональной зоны (табл. 3.5). Протяженность модельной транспортной сети по территориальным зонам города представлена в табл. 3.6.

Таким образом, для определения городского зонального показателя относительной опасности остается в соответствии с формулой (2.23) определить показатели  $B_{тр}$  для различных территориальных зон.

Показатель относительной опасности загрязнения над территорией промышленных предприятий и промузлов в соответствии с методикой [21] равен:  $B_{пр} = 4$ . Над складскими территориями, территориями предприятий и сооружений коммунального хозяйства, внешнего транспорта и дорог значения  $B_{кх}$  принимаем равным 4, т.к. по своим народно-хозяйственным функциям они наиболее близки к функциям территорий промышленных предприятий и промузлов. Над территориями водных пространств и прочим принимаем  $B_{в} = B_{проч} = 0,2$ .

Для определения  $B_{сел}$  необходимо наличие данных о фактической плотности пребывания людей на загрязняемой территории  $N$  чел.час/год.га. Над территориями населенных мест с плотностью пребывания людей  $N$  чел.час/год.га расчетное значение

$$B_{сел} = N / 35000.$$

Методика расчета плотности пребывания людей на загрязняемой выбросами автотранспорта территории подробно изложена нами в параграфе 2.5 настоящей работы.

Например, для определения плотности пребывания людей в ЗАЗ при передвижении пешком, взята для использования формула (2.34).

Таблица 3.6

Протяженность модельной транспортной сети по территориальным зонам города, км

Территориальные зоны	Общая протяженность	В том числе по функциональным зонам						
		селитебной	промышленной с прилегающими зонами	складской	участков предприятий и сооружений к/х	территорий внешнего транспорта и дороги	водных пространств	Прочих территорий
I	8,16	8,16	-	-	-	-	-	-
II	13,11	12,36	0,30	0,08	0,02	0,18	0,02	0,15
III	11,21	8,96	0,90	0,26	0,04	0,55	0,05	0,45
IV	14,78	9,18	2,25	0,64	0,10	1,37	1,13	1,11
V	19,85	13,70	2,47	0,70	0,10	1,50	0,15	1,23

Таблица 3.7

Плотность сети магистральных улиц и дорог, км/км<sup>2</sup>

По функциональным зонам				По территориальным зонам				
жилые районы	общественные центры	промышленные районы	районы отдыха и остальные территории	I	II	III	IV	V
				2,02	4,04	0,80	0,24	2,21

$$N_{\Pi} = 0,02 \cdot N_i \cdot m_{\Pi} / S_{ЗАЗi}; \quad (2,34)$$

где  $m_{\Pi}$  – число передвижений пешком (для городов с численностью населения от 250 до 500 тыс. чел.  $m_{\Pi} = 228$  передвижений /год; табл. 2.12

$N_i$  – численность населения в  $i$ -й зоне города, чел. (например, для II-й зоны  $N_2 = 59,8$  тыс.чел. табл. 3.3);

0,02 – время попадания в зону загрязнения в часах;

$S_{ЗАЗi}$  – площадь зоны активного загрязнения в  $i$ -й территориальной зоне, формула (2.26) – (для второй зоны  $S_{ЗАЗ2} = 123,6$  – табл.3.8).

Тогда:

$$N_{\Pi} = \frac{0,02 * 59800 * 228}{123,6} = 2206.$$

Определённые аналогичным образом для других зон и по другим параметрам плотности пребывания людей в ЗАЗ, позволили вычислить расчетное значение  $B_{сел}$  (табл.3.8).

Подставляя полученные значения  $B_{сел}$  в формулу (2.23) определяем значения показателя относительной опасности для каждой зоны. Например, для второй зоны  $B_2$  равен:

$$B_2 = 5,08 \times \frac{12,36}{13,11} + 4 \times \frac{0,30}{13,11} + 4 \times \frac{0,08}{13,11} + 4 \times \frac{0,02}{13,11} + 4 \times \frac{0,18}{13,11} + 0,2 \times \frac{0,02}{13,11} + 0,2 \times \frac{0,15}{13,11} = 4,97$$

Соответственно, для третьей зоны  $B_3 = 4,89$ ; для четвертой  $B_4 = 4,41$  и для пятой  $B_5 = 4,00$ , а для первой  $B_1 = 6,13$ .

Обобщающий показатель относительной опасности загрязнения

Таблица 3.8

Плотность пребывания людей в зоне активного загрязнения (ЗАЗ)  
и показатель относительной опасности загрязнения атмосферного  
воздуха ( $B_{\text{сел}}$ ) по зонам города на селитебной территории

Террито- риальные зоны	Площадь ЗАЗ, га	Плотность пребывания людей в ЗАЗ, чел.час/га год						
		при пере- движении на общест- венном транспорте	при пере- движении на индиви- дуальном транспорте	при пере- движении пешком	во время передвиже- ния на объ- ектах бы- тового об- служивания	во время пребывания в квартире	Общая сумма $N$	$B_{\text{сел}} =$ $N$ $/35000$
I	81,6	62816	2964	3185	78061	67452	214478	6,13
II	123,6	56773	3110	2206	54067	61758	177917	5,08
III	89,6	58300	2855	2794	68472	53874	186295	5,32
IV	91,8	57656	2850	2722	66709	51246	181183	5,18
V	137,0	52921	2990	1914	46902	48180	152907	4,37

для г. Сумы определяется как средневзвешенная величина численных значений плотности сети магистральных улиц и дорог по территориальным зонам города (табл.3.7), обобщающий показатель  $B_{тр}$  для города Сумы равен 5,14.

Определение показателя  $f$ , учитывающего характер рассеивания примесей в атмосфере.

В настоящей работе ущерб оценивается по трем ингредиентам (монооксид углерода, углеводороды и окислы азота), имеющих скорость оседания менее 1 см/сек. В этом случае в соответствии с Методикой [21] поправка определяется по формуле (2.37).

Для г. Сумы  $U = 4,8$  м/сек. Тогда величина поправки равна 0,7.

Последний сомножитель в формуле расчета ущерба – это приведенная масса годового выброса загрязнений ( $M_{пр}$ ).

Парк транспортных средств г. Сумы на начало 1990 года составил около 30 тыс. единиц (без учета мотоциклов). Из них около 18 тыс. единиц – легковые автомобили индивидуального пользования. Число грузовых и специальных не легковых автомобилей составляет 8 тыс. штук, из них примерно 2 тыс. – в качестве моторного топлива используют дизтопливо, 0,7 тыс. – компримированный природный газ (КПП) или сниженный природный газ (СПГ), остальные – бензин. Парк автобусов общего пользования насчитывает 370 машин, из которых 120 – дизели. Автобусов не общего пользования около 500 единиц.

Расчет выбросов вредных веществ по г.Сумы ведется по трем ингредиентам:  $CO$ ,  $C_xH_y$ ,  $N_xO_y$ . Это вызвано тем, что по указанным веществам имеется статистическая информация, а также разработаны и утверждены регламентирующие документы по расчету выбросов [43].

Масса выброшенного в атмосферу  $i$ -го вещества автомобилями  $j$ -й группы рассчитывается по формуле (2.38).

Расчеты поэлементного состава выбросов вредных веществ показаны в таблицах 3.9, 3.10, 3.11.

Данные о пробеге автомобилей взяты из статотчетности по г.Сумы.

Следует отметить, что проведенный расчет массы (расчет по пробегу) дает сумму выбросов как в черте города, так и за его пределами. Для использования величины выброса в оценке экономического ущерба необходимо выделить выбросы в границах города. Заметим, что по двум крупным автопредприятиям г.Сумы, а именно, объединению «Сумыавтотранс» и АТП-15954, доля городского пробега составляет, соответственно 74% и 71%.

По транспортному объединению «Сумыавтотранс» доля пробега в городских границах равна 74%. Объединение «Сумыавтотранс» имеет парк автомобилей численностью около 4,5 тыс. штук, что составляет половину общественного парка транспортных средств г.Сумы. Поэтому, вполне допустимо принять для автомобилей г.Сумы долю городского пробега 70%. Отсюда, выброс окиси углерода в черте города, рассчитанный в зависимости от пробега, равен 19370 тонн/год; выброс углеродов – 4280 тонн/год; выброс окислов азота – 1220 тонн/год.

Приведенный выше расчет не учитывает выбросы легковых автомобилей индивидуального пользования. Пробег индивидуального транспорта в черте города составляет 690 тыс. км в сутки. Эта величина получена на основании суточной интенсивности легковых индивидуальных автомобилей по улицам и магистралям г. Сумы. Отсюда, годовая масса выбросов индивидуальным транспортом в черте города: по СО равна 5,8 тыс.тонн/год; по  $C_xH_y$  - 1,3 тыс.тонн/год; по  $N_xO_y$ . - 0,7 тыс.тонн/год.

Таблица 3.9

## Выбросы окиси углерода автотранспортом г.Сумы (за 1989г.)

Группа автомобилей, использующих в качестве моторного топлива				Пробег автомобилей, тыс. км	Удельный выброс на 1 км пробега 1-м средним автомобилем г/км	Коэффициент влияния		Годовой выброс окиси углерода, т/год
бензин	дизтопливо	КГП	СПГ			среднего возраста парка	уровня технического состояния	
Грузовые и специальные нелегковые	х	х	х	144602,1	61,9	1,33	1,69	20118,9
х	Грузовые и специальные нелегковые	х	х	57264,6	15,07	1,33	1,80	2056,4
х	х	Грузовые и специальные нелегковые	х	9965,9	30,0	1,33	1,69	672,0
х	х	х	Грузовые и специальные нелегковые	1514,7	30,0	1,33	1,69	102,1
Автобусы	х	х	х	8743,9	57,5	1,32	1,69	1121,6
х	Автобусы	х	х	3132,7	15,0	1,27	1,80	107,4
х	х	Автобусы	х	70,0	28,8	1,32	1,69	45,0
Легковые пассажирские и специальн.	х	х	х	88467,4	18,7	1,28	1,63	3451,6
Всего:								27675,0
в т.ч. автомобили, потребляющие только бензин или дизтопливо								26855,9

Таблица 3.10

## Выброс углеводородов транспортом г.Сумы ( за 1989г.)

Группа автомобилей, использующих в качестве моторного топлива				Пробег автомобилей, тыс. км	Удельный выброс на 1 км пробега 1-м средним автомобилем г/км	Коэффициент влияния		Годовой выброс окиси углерода, т/год
бензин	дизтопливо	КГП	СПГ			среднего возраста парка	уровня технического состояния	
Грузовые и специальные нелегковые	х	х	х	144602,1	13,3	1,2	1,86	4292,6
х	Грузовые и специальные нелегковые	х	х	57264,6	6,4	1,2	2,0	879,6
х	х	Грузовые и специальные нелегковые	х	9965,9	10,23	1,2	1,86	227,6
х	х	х	Грузовые и специальные нелегковые	1514,7	10,23	1,2	1,86	34,6
Автобусы	х	х	х	8743,9	10,7	1,2	1,86	208,8
х	Автобусы	х	х	3132,7	6,4	1,17	2,0	46,9
Легковые пассажирские и специальные	х	х	х	70,0	2,25	1,17	1,83	426,2
Всего:	х	х	х	88467,4	2,25	1,17	1,83	6117,7
в т.ч. автомобили, потребляющие только бензин или дизтопливо								5854,1

Таблица 3.11

## Выброс окислов азота транспортом г.Сумы ( за 1989г.)

Группа автомобилей, использующих в качестве моторного топлива				Пробег автомобилей, тыс. км	Удельный выброс на 1 км пробега 1-м средним автомобилем г/км	Коэффициент влияния		Годовой выброс окиси углерода, т/год
бензин	дизтопливо	КГП	СПГ			среднего возраста парка	уровня технического состояния	
Грузовые и специальные нелегковые	х	х	х	144602,1	8,0	1,0	0,8	925,5
х	Грузовые и специальные нелегковые	х	х	57264,6	8,5	1,0	1,0	486,8
х	х	Грузовые и специальные нелегковые	х	9965,9	5,0	1,0	0,8	39,9
х	х	х	Грузовые и специальные нелегковые	1514,7	5,0	1,0	0,8	6,1
Автобусы	х	х	х	8743,9	8,0	1,0	0,8	56,0
х	Автобусы	х	х	3132,7	8,5	1,0	1,0	26,6
х	х	Автобусы	х	70,0	5,0	1,0	0,8	0,3
Легковые пассажирские и специальн.	х	х	х	88467,4	2,7	1,0	0,85	203,0
Всего:								1744,2
в т.ч. автомобили, потребляющие только бензин или дизтопливо								1697,9

В завершение констатируем. В пределах г. Сумы в течение года в составе отработавших газов автомобилей в атмосферу попадает: более 27 тыс. тонн окиси углерода, более 6 тыс. тонн углеводородов и 1,7 тыс. тонн окислов азота.

Значение приведенной массы ( $M_{пр}$ ) годового выброса загрязнений в атмосферу определяется по формуле (2.38). Коэффициенты приведения (показатели относительной агрессивности примесей,  $A_i$ ) равны: для CO – 1; для  $C_xH_y$  – 1,26; для  $N_xO_y$  – 41,1.

Расчет экономического ущерба в табл. 3.12. Распределение выбросов в черте города и за его пределами следующее: грузовые и специальные не легковые 70% и 30%; автобусы 50% и 50%, легковые пассажирские и специальные 60% и 40%.

Вывод. В целом, общий функциональный сопряженный экономический ущерб по городу составляет около 1 млн. руб. в год. На долю грузового транспорта укрупнено приходится 550 тыс. руб./год (56%), легкового индивидуального – 320 тыс.руб./год (33%), легкового пассажирского и специального – 65 тыс. руб./год (7%), автобусы – 50 тыс. руб./год (4%). Суммарный экономический ущерб с учетом загрязнения как в черте города, так и за его пределами колеблется от 1,4 – 1,6 млн. руб./год.

### 3.2. Эколого-экономическая эффективность перевода автосамосвалов марки БелАЗ – 540 на газодизельный процесс

Загрязнение окружающей среды вредными выбросами автомобиля с одной стороны, и удорожанию высокооктановых бензинов и дизельных топлив с другой стороны, — ориентирует автотранспорт на широкое использование газового топлива. Однако, при определении экономической эффективности применения новых, более экономически чистых

Таблица 3.12

Величина функционального ущерба, причиняемого народному хозяйству  
отработавшими газами транспортных средств в черте г. Сумы

Группа транспортных средств	Территориальный коэффициент	Коэффициент рассеивания	Масса выбросов, тыс. тонн/год <i>i</i> – го ингредиента	Приведенная масса выбросов, усл. тыс. т/год	Функциональный сопряженный экономический ущерб, тыс. руб. /год
Грузовые и специальные нелегковые (бензиновые, дизельные, КГП, СПГ)	5,14	0,7	- 16,1 - 3,8 - 1,0	62,0	535,4
Автобусы общего пользования и необщего (бензин, дизтопливо, СПГ)	5,14	0,7	- 1,27 - 0,18 - 0,1	5,6	48,4
Легковые пассажирские и специальные	5,14	0,7	- 2,0 - 0,3 - 0,12	7,3	63,1
Легковые индивидуального пользования	5,14	0,7	- 5,8 - 1,3 - 0,7	36,2	312,6
ВСЕГО	5,14	0,7	- 25,17 - 5,58 - 1,92	111,1	959,5

автомобильных топлив, недостаточно проработан вопрос о комплексной эколого-экономической оценке, т.е. оценки интегрирующей в едином показателе как экологические, так и технико-экономические факторы. Применение экологических видов моторного топлива, в конечном итоге, направлено, с одной стороны, на повышение производительности труда подразделений транспортного комплекса, с другой, на достижение социального результата в виде снижения уровня загрязнения окружающей среды. Единство этих сторон и выражается в эколого-экономическом эффекте мероприятий, включающих использование различных видов топлива.

Институт Газа АН УССР (г.Киев) в 1988 г. провел прикладные работы по применению сжатого природного газа в качестве моторного топлива на автомобилях марки БелАЗ для работы в железорудных карьерах Ингулацкого ГОКа.

Экономическая оценка газобаллонного автомобиля БелАЗ-540А-ГД показывает, что фактическая себестоимость грузоперевозок автомобилем-самосвалом на компримированном природном газе (КПП) выше, чем на традиционном дизельном топливе, табл.3.13. С другой стороны, величина функционального экономического ущерба, причиняемого загрязнением атмосферы отработавшими газами одного газодизеля меньше на 1000-1100руб. в год по сравнению с дизельными. Следовательно, решение об эффективности использования газодизельных БелАЗов можно принять на основе расчета эколого-экономического эффекта, формула (2.18).

Эколого-экономический эффект использования газобаллонных автомобилей определяется по приведенным затратам с учетом экологических издержек, на основе условия сопоставимости, заключающегося в учете равного объема транспортных работ, произведенных каждым из сравниваемых автомобилей. Расчет учитывает компонентный состав газодизельной смеси (25% — дизтопливо, запальная

Таблица 3.13

Фактическая себестоимость грузопереработок  
одним автомобилем БелАЗ-540А  
в условиях ЦТА Ингулецкого ГОК, руб. (1988г.)

Статьи расходов	Использование в качестве моторного топлива:	
	дизтоплива	газодизельной смеси
1. Заработная плата водителей	6700	6700
2. Дополнительная заработная плата	655	655
3. Отчисления на социальное страхование	622	622
4. Горючесмазочные материалы: в т.ч.: горючее смазочные материалы	6840 2683 4257	7423 3266 4157
5. Стоимость ремонта в т.ч. зарплата ремонтников дополнительная заработная плата отчисления на соцстрах запасные части оборотные агрегаты материалы	4198 2246 219 208 795 613 117	4593 2516 245 233 860 613 126
6. Амортизация на восстановление	8138	9033
7. Амортизация на капремонт	7484	8307
8. Амортизация на авторезину	9783	9783
9. Износ малоценного инвентаря	124	124
10. Услуги других цехов (электроэнергия, тепло, кислород, связь и т.д.)	1296	1296
11. Цеховые расходы	3509	3509
Всего по полной себестоимости	49350	52046
Себестоимость, коп./т·км	8,17	8,62

доза), переоборудование автомобиля на газ (около 8,5 тыс. руб. капитальных затрат на один автомобиль), величину причиняемого экономического ущерба при использовании моторного топлива.

Исходные данные и результаты расчета приведены в табл. 3.14.

Необходимые пояснения к табл. 3.14 по некоторым номерам позиций.

Позиция 1. При установке баллонов для КПП вес автомобиля увеличивается, а грузоподъемность уменьшается соответственно.

Позиция 2. Годовой пробег газоавтомобиля рассчитан с учетом увеличения производительного пробега для выполнения равной годовой производительности  $P_1, P_2$ .

Позиция 4,5. Газодизельная смесь состоит из 25% запальной дозы дизтоплива и 75% КПП. Объем газа выражается через объем замененного дизтоплива с помощью теплового эквивалента ( $\alpha$  - количества газа, заменяемого 1 литр дизтоплива),  $\alpha = 1,05 \text{ м}^3/\text{л}$ .

Позиция 7. Цена одного литра рассчитывается на основании стоимости топлива (табл.3.13) и объема потребляемого топлива (табл. 3.14  $A_1, A_2$ ).

Позиция 8. Приведенная масса токсичных загрязнителей поступающих в атмосферу с отработавшими газами транспортных средств равна сумме приведенных масс по каждому ингредиенту. Коэффициенты приведения: для  $A_{\text{CO}}$  - 1,0; для  $A_{\text{C}_x\text{H}_y}$  - 1,26; для  $A_{\text{N}_x\text{O}_y}$  - 41,1; для  $A_{\text{SO}_2}$  - 22,0; для твердых частиц (сажи)  $A_{\text{C}}$  - 200,0.

Фактическая масса загрязнителей определяется как произведение удельного выброса вредных веществ (табл. 3.15) и годового пробега автомобиля (табл.3.14).

Позиция 10. Расчет величины функционального экономического ущерба проведен по формуле (3.1). Ингулецкий железорудный карьер с

Таблица 3.14

Расчет эколого-экономической эффективности применения газодизельных автомобилей (в условиях карьеров ИнГОК)

№ п/п	Наименование показателя	Условные обозначения	Единица измерения	БелАЗ – 540А дизель	БелАЗ – 540А газодизель
1	2	3	4	5	6
1.	Грузоподъемность одного автомобиля	—	тонн	27	26
2.	Годовой пробег	$L_1, L_2$	км	47448	49973
3.	Годовая производительность одного автомобиля	$\Pi_1, \Pi_2$	т·км	603891	603891
4.	Объем потребляемого топлива	$V_1, V_2$	м <sup>3</sup> литр	47472	газ – 38375 дт – 12500
5.	Объем потребляемого топлива: дизельного и газодизельной смеси	$A_1, A_2$	литр	47472	50000
6.	Удельный расход топлива	$q_1, q_2$	т литр/км	$7,86 \cdot 10^{-2}$	$8,28 \cdot 10^{-2}$
7.	Затраты на единицу топлива	$A_1, A_2$	руб./литр	$5,65 \cdot 10^{-2}$	$6,53 \cdot 10^{-2}$
8.	Выбросы токсичных газов в процессе функционирования транспортных средств	$B_1, B_2$	усл.т	379,2	203,1
9.	Коэффициент экологичности	$b_э$	-	-	1,867
10.	Ущерб, наносимый н/х в процессе эксплуатации т/с (функциональный ущерб)	$Y_{\phi 1}, Y_{\phi 2}$	руб.	2170	1160
11.	Функциональный сопряженный экономический ущерб	$\bar{Y}_{\phi 1}, \bar{Y}_{\phi 2}$	руб.	350	190
12.	Затраты у потребителя без учета стоимости топлива (из табл.3.13)	$I_{п1}, I_{п2}$	руб.	46667	48780

Продолжение таблицы 3.14

1	2	3	4	5	6
13.	Затраты у потребителя с учетом экологичеких	$I_{э1}, I_{э2}$	руб.	47017	48970
14.	Затраты у потребителя на единицу транспортной работы с учетом экологических	$I'_{э1}, I'_{э2}$	руб./ т·км	$7,79 \cdot 10^{-2}$	$8,11 \cdot 10^{-2}$
15.	Сопутствующие кап. вложения потребителя (балансовая стоимость транспортных средств)	$K_{п1}, K_{п2}$	руб.	2250	30700
16.	Сопутствующие кап. вложения на единицу транспортной работы	$K'_{1}, K'_{2}$	руб./ т·км	$3,37 \cdot 10^{-2}$	$5,14 \cdot 10^{-2}$
17.	Нормативный коэффициент эффективности	$E_n$	1/год	0,12	0,12
18.	Эколого-экономический эффект (годовой) от применения газодизельной смеси в расчете на один автомобиль	$\Delta_э$	руб./год	-	2137

прилегающими дорогами производственного назначения представляет собой огромный площадный источник выбросов. Зона активного загрязнения от источника, принимаемая за 100%, захватывает территорию г. Ингулец – около 10%. Карьер с прилегающими дорогами является промышленной зоной и занимает примерно 50% зоны активного загрязнения. Оставшиеся 40% ЗАЗ – поля, отвалы и прочие территории. Территориальная характеристика территории г.Ингульца равна  $B_{сел} = 3$ , производственной зоны (карьер с прилегающими дорогами)  $B_{пр} = B_{тр} = 4$ , остальных территорий  $B_{ост} = 0.2$ . Тогда  $B_{\Sigma}$  суммарное равно  $2.38^*$ .

\*  $B_{\Sigma} = 0,1 \cdot B_{сел} + 0,5 \cdot B_{пр} + 0,4 \cdot B_{ост};$

$$B_{\Sigma} = 0,1 \cdot 3 + 0,5 \cdot 4 + 0,4 \cdot 0,2 = 2,38.$$

Таблица 3.15

Выбросы дизеля и газодизеля (двигатель ЯМЗ - 240),  
г/км[24]

Вещество	Дизель	Газодизель
Монооксид (CO)	19	43
Углеводороды (C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> )	5	5
Окислы азота (N <sub>x</sub> O <sub>y</sub> )	96	72
Диоксид (SO <sub>2</sub> )	10	2,4
Твердые частицы (сажа)	19	5

Поправка, учитывающая характер рассеивания примеси в атмосфере,  $f$  равна 1,0. Ущерб оценивается соответственно в 2170 и 1160 руб./год на один автомобиль.

Позиция 11. Расчет функционального сопряженного экономического ущерба требует определения ущерба, наносимого предприятием-загрязнителем самому себе. Для этого рассчитаем транспортное значение  $B_{тр}$ , которое равно 2, ( $0,5 \cdot B_{тр}$ ). Значение  $f$  берется без изменений. Ущерб, наносимый автопредприятием самому себе равен соответственно 1820 и 970 руб./год на один автомобиль. Отсюда, функциональный экономический ущерб равен 350 и 190 руб./год на один дизель и газодизель соответственно.

Вывод. Расчет эколого-экономического эффекта показывает целесообразность перевода автомобилей типа БелАЗ-540А на компримированный природный газ (КПГ). Положительный эффект на один автомобиль около 2,1 тыс. руб. в год. Вероятно, что эффект может быть ниже, если учесть затраты на строительство АГНКС или приобретение газозаправщика. Возможно, зарплата водителей будет выше в связи с повышением трудоемкости эксплуатации газодизеля. Наверное, потребуются дооборудование гаражей и стоянок в связи с новыми

условиями эксплуатациями. Однако эти изменения могут быть учтены при расчете эколого-экономического эффекта по предлагаемой методике.

В то же время по применяемой в настоящее время методике определения эффективности новой техники перевод БелАЗ-540 на газодизельное топливо неэффективен и дает отрицательный эффект, равный около 700 руб. в год на один автомобиль.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В новых, стремительно меняющихся условиях хозяйствования, когда на первый план выдвигаются экономические методы управления, совершенствование производственных отношений должно сопровождаться созданием экономического механизма, направленного на экологизацию всех сфер жизнедеятельности общества. Современная экономическая стратегия предполагает формирование новых подходов к оценке негативных экологических последствий и их учет в экономическом механизме эффективности производственно-хозяйственной деятельности.

Одной из важных проблем в этой связи становится разработка и применение на практике механизма определения эколого-экономической эффективности создания и использования новых видов техники, материалов, топлива, сырья и энергии, органической частью которого является экономическая оценка негативных экологических последствий. В частности, проблема загрязнения окружающей среды транспортными средствами требует нового осмысления с точки зрения экологических критериев, как при производстве транспортной техники, так и при ее эксплуатации. Наиболее ярко проблемы экологичности транспорта проявляется в процессе его функционирования. Загрязнение атмосферного воздуха отработавшими газами транспортных средств заставляет искать пути экономии моторного топлива или применения альтернативных, экологически более чистых видов топлива.

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что, несмотря на наличие подходов к экономической оценке отрицательного воздействия загрязнения на окружающую природную среду отсутствует механизм интегрированного взаимодействия эколого-экономических и технико-экономических показателей, который нашел бы свое отражение в едином народнохозяйственном показателе эколого-экономического

эффекта. Это связано в первую очередь с отсутствием обобщающей методологии такой оценки и с недостаточным учетом особенностей связи экологических и технических факторов в экономике.

Вопросом развития теоретических и методических положений эколого-экономической эффективности использования топлива автомобильным транспортом посвящена данная диссертационная работа. Проведение исследования позволили сделать следующие выводы.

1. В методологическом плане проблема охраны окружающей среды предполагает безусловную приоритетность критериев экологической безопасности перед критериями технико-экономической эффективности. Только при таком подходе возможны кардинальные улучшения среды обитания человека.

2. Механизм определения эколого-экономической эффективности использования топлива автомобильным транспортом может быть определен только в рамках общественного производства в целом, а не с узких позиций материального производства. Материальное производство входит в снятом виде в общественное производство и является его неотъемлемой частью.

3. Экологические затраты общественного производства выступают в виде сопряженного экономического ущерба, который меньше от комплексного экономического ущерба на величину ущерба, причиняемого отраслью или предприятием самому себе.

4. Механизм перенесения экологических затрат в виде экономического ущерба на стоимость продукта не отличается от механизма определения стоимости продукта в материальном производстве. Поэтому правомерно говорить о себестоимостном ущербе, как затратах, возникающих при производстве непосредственного продукта, и об экономическом ущербе капитальных вложений, — как о вещественном ущербе в элементах капиталовложений. Применительно к

сфере эксплуатации транспортных средств экологические затраты проявляются в виде функционального экономического ущерба.

5. Определение эколого-экономической эффективности включает в себя не только учет экологических затрат в виде экономического ущерба, а и новое понимание конечного результата производства в виде экологопродукта (или экологопродукции). Экологопродукция – интегральный результирующий показатель, учитывающий не только величину ожидаемого результата в натуральных единицах, а и объем сопутствующих при производстве ожидаемого результата отходов, попадающих в окружающую среду.

6. Предложенный в работе метод расчета эколого-экономического эффекта от использования новых видов моторного топлива или его экономии может быть использован при:

- разработке и выборе вариантов использования различных видов моторного топлива на транспорте;
- принятии управленческих решений по внедрению новых видов техники и топлива;
- определении очередности применения на практике природоохранных мероприятий;
- экономическом обосновании основных этапов достижения нормативного качества окружающей среды;
- оценке результатов средозащитной деятельности предприятий, объединений, министерств и ведомств, городских и поселковых Советов народных депутатов;
- экономическом контроле и стимулировании повышения эффективности осуществляемых мероприятий.

Теоретическое и практическое значение и актуальность разработки механизма эколого-экономической эффективности использования топлива транспортными средствами определяется тем, что уже на стадии

предплановых исследований возможен учет экологических факторов, что позволяет выявить стратегически приоритетные направления развития транспортной системы.

7. Механизм расчета функционального сопряженного экономического ущерба (раздел 2,5) помимо использования его в расчете эколого-экономического эффекта, имеет самостоятельное значение. Например, полученные оценки функционального ущерба могут быть использованы при определении городов, требующих приоритетного внимания к экологическим проблемам, вызываемым транспортным загрязнением; или при разработке проектов реконструкции транспортной сети города.

В завершение заметим, что выводы и практические рекомендации диссертации могут положительно повлиять на экологизацию транспортной системы, как на народнохозяйственном уровне, так и уровне автопредприятия.

Предложенный подход экономической оценки использования моторного топлива с учетом последствий автотранспортного загрязнения дает возможность комплексного учета экологических и технико-экономических факторов в их взаимодействии и взаимообусловленности и в результате выводит на уровень определения народнохозяйственной эколого-экономической эффективности.

Результатом исследований данной диссертационной работы выступает методика эколого-экономического эффекта от применения новых предметов труда (в частности моторного топлива) и практические рекомендации по оценке экологических затрат, вызываемых автотранспортным загрязнением.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Маркс К. Теории прибавочной стоимости (VI том «Капитал») //Маркс К., Энгельс Ф. Соч.– 2-е изд. – Т.26. – Ч.II. – С.1 – 648.
2. Закон Союза Советских Социалистических республик «Об общих началах местного самоуправления и местного хозяйства в СССР// Известия, - 1990, - 15 апреля.
3. О коренной перестройке дела охраны природы в стране: Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 7 января 1988г. № 32// Полный хозрасчет и самофинансирование. Сборник документов. – М.: Правда, 1988. – С. 206 – 226.
4. Автомобильная промышленность ведущих капиталистических стран и основные тенденции в развитии мирового автомобилестроения с начала 80-х годов (конъюктурно-экономический аспект) // Обзорная информация /НИИАВТОПРОМ. – 1985. – С.52.
5. Автотранспорт – источник загрязнения атмосферы больших городов. Обзорная информация, - Львов: НТО, 1986. – 4с.
6. Артемов В.А. Социальное время: Проблемы изучения и использования. – Новосибирск. 1987. – 240с.
7. Артемов В.А., Балыкова Н.А., Калугина З.И. Время населения города: планирование и использование. – Новосибирск: Наука, 1982. – 20с.
8. Аханов С.А. Эффективность общественного производства. Три уровня анализа: народнохозяйственный, региональный, хозрасчетный. – М.: Мысль, 1987. – 168с.
9. Балацкий О.Ф. Экономика чистого воздуха. – К.: Наукова думка, 1979. – 296с.
10. Балацкий О.Ф., Борнос В.М. Социально-экономическая эффективность снижения токсичности выбросов автомобильного транспорта // Защита воздушного бассейна от загрязнения токсичными

- выбросами транспортных средств: Тез. докл. Всесоюзн. науч. конф. 20-22 окт. 1981г. – Харьков, С. 179-180.
11. Балацкий О.Ф., Зайцев А.В. Социально-экономическая эффективность применения природного газа в качестве моторного топлива в г. Сумы / Аналитический обзор. Система ДОР. – Харьков: ЦНТИ, 1988. – 24с.
  12. Балацкий О.Ф., Мельник Л.Г., Яковлев А.Ф. Экономика и качество окружающей среды. – Л. : Гидрометеиздат., 1984. – 190с.
  13. Безуглая Э.Ю. Метеорологический потенциал и климатические особенности загрязнения воздуха городов. Л. : Гидрометеиздат., 1980. – 158с.
  14. Безуглая Э.Ю., Полищук А.М. Климатология загрязнения атмосферы в СССР // Международная конференция ВМО по моделированию загрязнения атмосферы и его применению. Л. : 19-24 мая 1986 г. : Тез. докл. – М.:1986. – С.51-52
  15. Боксерман Ю.И., Мкртычан Л.С., Чириков К.Ю. Перевод транспорта на газовое топливо. – М.: Недра, 1988, - 224с.
  16. Борисов А.П., Бубес Э.Я., Рекунова Н.Г. Экономика градостроительства. – Л.: Стройиздат, 1981. – 256с.
  17. Боронос В.Н., Балацкая Л.Н., Зайцев А.В. Экономическая оценка последствий загрязнения атмосферы автомобильным транспортом // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. Приложение. Материалы междуведомственного научно-технического Совета по комплексным проблемам охраны окружающей природной среды и рациональному использованию природных ресурсов при ГКНТ. – 1988. - №11. – С.3-44.
  18. Боронос В.Н., Чупис А.В., Парфененко Г.А. Некоторые вопросы количественной оценки влияния выбросов автотранспорта на

- подразделения народного хозяйства // Вестник ХПИ – Харьков, 1980. - №161. – С. 63-66.
19. Великанов Д.П. Эффективность автомобильных транспортных средств и транспортной энергетики. Избранные труды. – М. : Наука, 1989. – 199с.
20. Влияние антропогенных изменений окружающей среды на здоровье населения. / О.П. Таиров, Н.Н. Литвинов, Н.Н. Козлова // Итоги науки и техники. Сер. Охрана природы и воспроизводство природных ресурсов. – М. :ВИНИТИ, 1986. – Т.16 . – 192с.
21. Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды. Одобрена постановлением Госплана СССР, Госстроя СССР и Президиума Академии наук СССР от 21 окт. 1983г. №254/284/134 Быстров А.С., Варанкин В.В., Виленский А.М. и др. – М. : Экономика, 1986. – 94с.
22. Голубев И.Р., Новиков В.Н. Окружающая среда и транспорт. – М.: Транспорт, 1987. – 207 с.
23. Гофман К.Г. Социально-экономические аспекты разработки региональных программ природопользования. // Социализм и природа (научные основы социалистического природопользования) / Лемешев М.Я., Анучин В.А., Гофман К.Г. и др. – М. : Мысль, 1982. – С. 93 – 120.
24. Гуревич Н.А., Аксенок В.Л., Куц В.П. Сравнение экологических показателей дизельного и газодизельного двигателей // Химическая технология. – 1988. - №5. – С.8 – 13.
25. Гусев А.А. Социально-экономическая эффективность природоохранных мероприятий // Социалистическое природопользование: экономические и социальные аспекты / Под ред.

- Н.Н. Некрасова и Е. Матвеева. София: Политиздат.; Москва: Экономика, 1980. – С. 134 – 186.
26. Гутаревич Ю.Ф. Предупреждение загрязнения воздуха двигателями. – К.: Урожай, 1982. – 64с. – На укр. языке.
27. Ежегодник состояния загрязнения воздуха и выбросов вредных веществ в атмосферу городов и промышленных центров Советского Союза, 1985 г./ Под ред. М.Е. Берлянда. – Л.: Гос. ком. СССР по гидрометеорологии и контр. природн. среды, ГГО им. А.И.Войвекова, 1986. Т.1. – 372 с. – ДСП.
28. Ежегодник состояния загрязнения воздуха и выбросов вредных веществ в атмосферу городов и промышленных центров Советского Союза, 1985 г./ Под ред. М.Е. Берлянда. – Л.: Гос. ком. СССР по гидрометеорологии и контр. природн. среды, ГГО им. А.И.Войвекова, 1986. Т.2. – 416 с. – ДСП.
29. Ежегодник состояния загрязнения воздуха и выбросов вредных веществ в атмосферу городов и промышленных центров Советского Союза, 1986 г./ Под ред. М.Е. Берлянда. – Л.: Гос. ком. СССР по гидрометеорологии и контр. природн. среды, ГГО им. А.И.Войвекова, 1987. Т.1. – 497 с. – ДСП.
30. Ежегодник состояния загрязнения воздуха и выбросов вредных веществ в атмосферу городов и промышленных центров Советского Союза, 1986 г./ Под ред. М.Е. Берлянда. – Л.: Гос. ком. СССР по гидрометеорологии и контр. природн. среды, ГГО им. А.И.Войвекова, 1987. Т.2. – 560 с. – ДСП.
31. Жегалин О.И., Лупачев П.Д. Снижение токсичности автомобильных двигателей. – М. : Транспорт, 1985. – 188с.
32. Зайцев А.В. Методические вопросы определения экономического ущерба от выбросов автомобильного транспорта // Вестник ХПИ. – Харьков, 1986. - №230. – С.51 – 53.

33. Иванов В.Н., Ерохов В.И. Экономия топлива на автомобильном транспорте. – М.: Транспорт, 1984. – 302с.
34. Игнатъев Ю.В., Костин А.М., Васильева И.Е. Мероприятия по снижению воздействия транспортных потоков на окружающую среду. – Челябинск, УДНТП, ЧПИ, 1986. – 86с.
35. Кабакова С.И. Градостроительная оценка территорий городов. – М.: Стройиздат, 1973. – 153с.
36. Кабакова С.И. Экономические проблемы использования земель в строительстве. – М.: Стройиздат., 1981. – 156с.
37. Кержаков В.И., Зайцев А.В., Федченко В.В. К вопросу определения массы вредных веществ, выбрасываемых автотранспортом в городе // Города окружающая среда : Тез. докл. зональ. научн. - техн. сем. 23-25 апреля 1985г. – Челябинск, 1985 г. – С. 20-21
38. Кирилин А., Штырев И., Григорьев Р. Влияние материалоемкости автомобиля на экономические показатели. // Автомобильный транспорт. – 1980. - №4. – С.47-48.
39. Кудрявцев О.К., Федутиков Ю.А., Чуверин И.И. Транспорт городских центров. – М.: Транспорт, 1978г. – 110с.
40. Логвинов А.А., Боронос В.Н. Социально-экономические последствия загрязнения воздушного бассейна городов выбросами автотранспорта// Защита воздушного бассейна от загрязнения токсичными выбросами транспортных средств: Тез. докл. Всесоюзн. конф. 12-14 окт., 1977г. – Харьков, 1977. – Ч.П. – С.114-123.
41. Мельник Л.Г. Экономические проблемы воспроизводства природной среды. – Харьков: Вища школа. Изд-во при ХГУ, 1988. – 159с.
42. Методика (основные положения) определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. Утв. ГКНТ СССР,

- Госплан СССР, АН СССР, ГК СССР, по делам изобр. и откр 14 февраля 1977 г. // Экономическая газета. -1977. – 10 марта.
43. Методические указания по расчету выброса вредных веществ автомобильным транспортом. Утв. ГК УССР по гидрометеорологии и контр. природн. среды 6 октября 1983г. – М.: Гидрометеоздат, 1983. – 23с.
44. Народное хозяйство СССР в 1985г. Статистический ежегодник ЦСУ СССР. – М.: Финансы и статистика, 1986. – 656с.
45. Народное хозяйство СССР за 70 лет: Юбилейный статистический ежегодник / Госкомстат СССР. – М.: Финансы и статистика, 1987. – 766с.
46. Народное хозяйство СССР в 1988г. Статистический ежегодник/ Госкомстат СССР. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 766с.
47. Неценко А.В. Социально-экономические проблемы свободного времени при социализме. Л. : Издат-во Ленингр. ун-та, 1975г. – 175с.
48. Нестеров П.М. Экономика природопользования. Учебн. пособие для экон. спец. вузов. – М.: Высшая школа, 1984. – 256с.
49. Обзор состояния окружающей среды в СССР (по материалам наблюдений 1988. – 1989гг.) / Под ред. Ю.А. Израэля, Ф.Я. Ровинского. – М.: Гос. ком. СССР по гидрометеорологии, АН СССР, 1990. – 114с.
50. Патрушев В.Д. Время как экономическая категория. – М.: Мысль. 1966. – 237с.
51. Патрушев В.Д. Использование совокупного времени общества (проблемы баланса времени населения) – М. : Мысль, 1978. – 216с.
52. Производство как общественный процесс (актуальные проблемы теории и практики) / Под ред. В.И. Толстых. – М.: Мысль, 1986. – 350с.
53. Развитие автомобильных транспортных средств / Д.П. Великанов, В.И. Бернацкий, М.А. Боева и др. : Под ред. Д.П.Великанова. – М. : Транспорт, 1984. – 208с.

54. Ракитский Б. Экономическая эффективность и социальная справедливость // Правда. – 1987. – 9 января.
55. Раяцкас Р.Л., Суткайтис В.П. Социально-экономическая эффективность производства. – М.: Наука, 1984. – 188с.
56. Санитарная охрана атмосферного воздуха городов / Р.С. Гильденскиоль, М.К. Недогибченко, М.А. Пинигин, Ю.Г. Фельдман. – М.: Медицина, 1986. – 164с.
57. Скотникова О.Г., Тетерин Э.Г. Химия окружающей среды: Пер. с англ. Под ред. Цыганкова А.П. – М.: Химия, 1982. – 214с.
58. Снижение загазованности автомобильным транспортом атмосферного воздуха больших городов. / Сост. А.М. Костин // Проблемы больших городов. Обзорная информация. – М.: МГЦНТИ, 1987. – Вып. 19. – 22с.
59. СНиП 2.01.01.82 Строительная климатология и геофизика. – М.: Стройиздат. 1983. – 92с.
60. Ставров О.А. Загрязнение атмосферы городов автомобильным транспортом. // Пути снижения загрязнения окружающей среды автомобильным транспортом: Тез. докл. республ. науч.-техн. конф. – Ташкент, 1983. – С. 36- 37.
61. Ставров О., Боева М. Экологические последствия автомобилизации / Автомобильн. транспорт. – 1982. №2. – С. 28-31.
62. Столяревский А.Я., Чувелев А.В. Водород: эффект защиты природы // Энергия. – 1986. - №10. – С.11-16.
63. Теоретические основы и методы оценки экономической эффективности использования территорий, отводимых для строительства: Отчет о НИР / НИИ экономики строительства. - № ГР 80001460; Инв. № Б87655. – М., 1979. – 74 с. ДСП.
64. Транспорт и городская среда. Совмест. сов.-амер. докл. по теме «Рациональное соотношение развития общественного и

- индивидуального транспорта в городах различной величины / Смешанная сов. – амер. комиссия по сотрудничеству в области охраны окружающей среды. – М.: Стройиздат, 1978. – 163с.
65. Транспортная система мира в проблеме окружающей среды / В.Повороженко, С.М. Резер, Ю.К. Казаров, А.П. Цыганков //Итоги науки и техники. Сер. Охрана природы и воспроизводство природных ресурсов. – М.: ВИНТИ, 1987. – Т.19. – 153с.
66. Фишельсон М.С., Овечников Е.В. Городской транспорт. – М.: Высшая школа, 1976. – 352с.
67. Хачатурян Т.С. Экономика природопользования. – 2-е изд., М.: Наука, 1987. – 256с.
68. Черепанов В.А. Транспорт в планировке городов. – М.: Высшая школа, 1976. – 216с.
69. Черковец В.Н. Социализм как экономическая система. – М.: Экономика, 1982. – 296с.
70. Чулков А.З. Экономика светлых нефтепродуктов на транспорте. – М.: Транспорт, 1985. – 304с.
71. Экономические последствия функционирования транспортных средств в г.Сумы / Балацкий О.Ф., Боронос В.Н., Зайцев А.В., и др. Аналитический обзор. Система ДОР. – Харьк.: ЦНТИ, 1986. – 25с.
72. Электромобиль. Техника и экономика / Щетина В.А., Морговский Ю.Я., Центер Б.И., Богомазов В.А.: Под ред. В.А. Щетины. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1987. – 253с.
73. Экономика и внешнеэкономические связи СССР: Справочник / Под ред. И.Н. Устинова. – 3-е изд.; перераб. и доп. – М.: Международн. отношения, 1989. – 480с.
74. Braumuller S., Hoffman U. Ergebniss land Jahriqer Schwefeldio-xid. Messunqen in Stuttqart. – Bauphisik. 1982, Bd.4.N1.s. 22-26.

75. Does the motor industry have a future? – *Industrial Management Data Systems*/ 1983/ March-April, p. 24 – 25.
76. Energy analysis. – American Gas Association. Preprint, 1982, 7,18p.
77. Ficher M. Auch in der Schweiz. Louttahn-Straben transporte nichts. – *Fracht. Manaq.*, 1982, N 1 -2, s. 40-41.
78. Frindade H., Pfeifer W. Relationship between ambient lead concentrations and lead in gasoline in Rio de Janeiro. Brasil. *Atmospheric Environment*, 1982, vol.9, p.2749 – 2751.
79. Hiller V.A. Emission.–*Motor Management*, 1982, vol.17, N5, p.3- 7.
80. 11 Transporte nerei nella economica Italiana. – *HP transport*, 1983, vol.9, p.52 – 55.
81. Lutz Th. Eine ubersicht uber die Massnahmen zur Einhaltung der Abgasvorschriften CH-82 und deren Auswirkung. – *INFUFA Transport Rundschau*, 1972. Bd.3, N10, s.39-40/
82. Rehbi E. Aktuelle Probleme des Japanischen Verkehrswesens. – *DDR – Verkehrswesen*, 1982, Bd. 15, N10, s. 334-337.
83. *Sciens News*. 1983, vol. 121, N23, p.873.
84. Waldmann R. Perspektiven der Verkehrspolitik im Frankreich,- *Internationales Verkehrswesen*, 1982, Bd. 34, N5, s.320-323.
85. Warren W.D. Chancen in American intensity rail transportation: 1950 – 1980. – *Traffic Quarterly*, 1982, vol. 36, p.145 – 160.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица П.1

Удельные показатели территории микрорайона,  
м<sup>2</sup>/чел.

Обеспеченность жилой площади, м <sup>2</sup> /чел.	Средняя этажность				
	2,9	3,7	4,3	4,5	5
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
9,0	22,7	19,2	16,8	16,1	14,0
9,7	25,2	21,6	19,0	16,7	16,1
10,0	26,2	22,6	20,0	19,2	17,0
10,4	27,5	23,9	21,3	20,4	18,2
10,5	27,9	24,3	21,6	20,7	18,5
10,7	28,6	25,0	22,3	21,4	19,1
11,0	29,7	26,0	23,2	22,3	20,0
11,1	30,1	26,4	23,5	22,6	20,3
11,2	30,5	26,8	24,0	23,0	20,6
11,4	31,3	27,5	24,7	23,7	21,2
11,5	31,7	27,8	25,0	24,0	21,5
11,6	32,0	28,0	25,3	21,3	21,8
11,7	32,4	28,4	25,7	24,7	22,2
11,9	33,2	29,2	26,3	25,3	22,8
12,0	33,5	29,5	26,5	25,5	23,0
12,1	33,9	29,9	26,8	25,8	23,3
12,2	34,3	30,3	27,1	26,1	23,6
12,3	34,7	30,7	27,4	26,4	23,9
12,4	34,9	30,8	27,7	26,7	24,2
12,5	35,3	31,2	28,0	27,0	24,5
12,6	35,7	31,6	28,3	27,3	24,8
12,7	36,1	32,0	28,6	27,3	25,1
12,8	36,5	32,2	28,9	27,9	25,4
12,9	36,9	32,6	29,2	28,2	23,7
13,0	37,3	33,0	29,5	28,5	26,0
13,1	37,6	33,3	29,7	28,7	26,2
13,2	37,8	33,5	29,9	28,9	26,4
13,3	38,3	33,6	30,8	29,6	26,6
13,4	28,6	34,1	31,2	30,0	27,0

Продолжение табл. П.1

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
13,5	38,9	34,4	31,4	30,2	27,2
13,6	39,2	34,6	31,6	30,4	27,4
13,7	39,3	34,8	31,4	30,5	27,5
13,8	39,4	34,9	31,8	30,6	27,6
13,9	39,6	35,1	32,0	30,8	27,8
14,0	39,8	35,2	32,2	31,0	28,0
14,1	40,2	35,6	32,5	31,3	28,3
14,2	40,6	35,9	32,8	31,6	28,6
14,3	41,0	36,2	33	31,9	28,9
14,4	41,4	36,5	33,3	32,2	28,2
14,5	41,7	36,9	33,5	32,3	29,3
14,6	42,0	37,2	33,7	32,5	29,5
14,7	42,4	37,5	34,0	32,8	29,8
14,9	43	38,2	34,4	33,2	30,2
15,0	43,3	38,5	34,7	33,5	30,5
15,2	44,1	39,2	35,1	33,9	30,9
15,3	44,5	39,5	35,4	34,2	31,2
15,4	44,9	39,8	35,7	34,5	31,5
15,5	45,3	40,2	36,0	34,8	31,8
15,7	45,9	40,8	36,8	35,4	31,2
15,8	46,2	41,1	37,2	35,7	31,4
16,0	46,9	41,6	37,9	36,5	33,0
16,1	47,3	42,0	38,2	36,8	33,3
16,2	47,7	42,2	38,4	37,0	33,5
16,3	48,1	42,6	38,7	37,3	33,8
16,7	49,5	43,8	39,7	38,3	34,8
16,8	49,8	44,1	39,9	38,5	35,0
16,9	50,1	44,5	40,1	38,7	35,2
17,0	50,5	44,7	40,4	39,0	33,5
17,4	51,3	45,6	41,2	39,8	36,3
17,7	52,3	45,4	41,9	40,5	37
18,0	53,5	47,6	42,9	41,5	38,0
18,1	53,8	47,9	43,2	41,8	38,3
18,9	56,2	50,2	45,1	43,7	40,2

Таблица П.2

Функциональный сопряженный ущерб от загрязнения атмосферы отработавшими газами автомобильного транспорта в городах СССР с населением свыше 250 тыс. человек в 1986 г. (территориальный показатель  $B_{тр}$  используется исключительно в расчётах ущерба от автотранспорта)

Города по экономическим районам	Группа города	Население, тыс. чел.	Показатель относительной опасности территории (безразм.)	Поправка, учитыв. характер рассеиван. примесей в атмосфере (безразм.)	Фактическая масса выбросов, тыс. т в год [30]			Приведенная масса выбросов усл. т/год Мпр	Функциональный сопряженный экономический ущерб, тыс. руб. / год, Уф.
					окись углерода	углеводороды	окислы азота		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I. Северный									
Мурманск	III	432	5,29	0,80	23,8	4,7	1,4	87,3	886,7
Архангельск	III	416	5,45	0,70	25,9	5,5	1,6	98,6	902,8
Череповец	III	315	5,59	0,83	17,7	4,1	1,4	80,4	895,3
Вологда	III	278	6,32	0,83	23,2	5,1	1,6	95,4	1201,0
Петрозаводск	III	264	6,13	0,80	9,7	1,9	1,6	77,9	916,9
II. Северо-Западный									
Ленинград	I	4948	10,00	0,86	286,4	59,4	19,8	1175,0	24252,0
III. Центральный									
Москва	I	8815	10,00	1,18	749,9	45,1	66,8	3552,2	100598,3
Ярославль	II	634	6,94	0,83	41,6	9,2	2,8	168,3	2326,7
Тула	II	538	6,32	0,83	41,6	9,1	2,6	159,9	2013,1
Рязань	II	508	7,00	0,83	50,0	10,7	3,2	195,0	2719,1

## Продолжение табл. П.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Иваново	III	479	6,00	0,83	35,38	7,7	2,3	139,5	1667,3
Калинин	III	447	6,17	0,83	39,8	8,8	2,7	161,9	1989,9
Брянск	III	445	6,35	0,83	38,8	8,8	2,8	165,0	2087,1
Владимир	III	343	5,61	0,83	46,8	10,2	2,7	170,6	1906,5
Смоленск	III	338	6,20	0,69	34,0	7,5	2,2	133,9	1374,8
Орёл	III	335	6,18	0,69	35,9	7,9	2,5	148,6	1520,8
Калуга	III	307	5,25	0,69	29,1	6,2	1,8	110,9	964,2
Кострома	III	276	6,40	0,83	23,8	1,6	5,2	239,5	3053,3
Рыбинск	III	254	6,23	0,83	10,4	2,2	0,7	41,9	520,5
IV. Волго-Вятский									
Горький	I	1425	8,03	0,93	109,8	23,9	6,4	403,0	7223,0
Киров	III	421	5,84	0,82	35,1	7,6	2,1	131,0	1506,6
Чебоксары	III	414	6,76	0,82	33,9	7,3	2,1	129,4	1721,6
Саранск	III	323	6,66	0,82	36,1	8,2	2,4	145,1	1901,4
Дзержинск	III	281	6,09	0,85	15,8	3,5	1,1	65,4	812,8
Йошкар-Ола	III	243	5,99	0,85	4,8	1,5	0,4	23,1	282,6
V. Центрально-Черноземный									
Воронеж	II	872	7,38	0,78	75,2	15,7	4,9	296,4	4094,5
Липецк	II	465	6,75	0,78	48,5	10,7	3,2	193,5	2445,1
Курск	III	434	6,77	0,78	37,4	8,0	2,6	154,3	1956,0
Тамбов	III	305	6,42	0,77	31,0	7,1	2,3	143,5	1595,0
Белгород	III	293	6,54	0,78	31,0	6,7	2,1	125,8	1539,6

## Продолжение табл. П.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
VI. Поволжский									
Куйбышев	I	1280	6,25	0,85	92,3	18,9	5,7	350,4	4467,4
Волгоград	II	988	6,51	0,73	95,1	20,2	5,9	363,2	4143,0
Саратов	II	918	7,37	0,67	36,9	8,2	6,3	306,2	3628,3
Тольятти	II	627	5,50	0,75	39,5	9,1	2,9	170,2	1684,5
Ульяновск	II	627	5,50	0,75	39,5	9,1	2,9	170,2	1684,5
Пенза	II	540	7,81	0,75	35,7	7,8	2,3	231,8	2536,5
Астрахань	II	509	7,66	0,65	64,0	12,5	3,9	140,1	1968,9
Набережные Челны	III	480	7,30	0,65	68,4	13,1	8,8	240,0	2868,4
Волжский (Волг. обл.)	III	257	6,63	0,73	17,8	3,8	1,3	76,0	883,0
VII. Северо-Кавказский									
Ростов-на- Дону	I	1004	5,11	0,56	82,9	17,9	5,0	311,0	2135,6
Краснодар	II	628	6,81	0,75	106,6	17,4	7,6	440,9	5404,4
Грозный	III	404	6,37	0,75	57,9	11,8	3,6	243,1	2787,9
Махачкала	III	320	6,97	0,75	49,8	8,9	4,8	275,2	3452,7
Сочи	III	317	5,76	0,75	102,3	31,7	8,3	543,6	5636,1
Орджоникидзе	III	313	6,40	0,75	25,9	5,7	1,7	278,2	3204,7
Ставрополь	III	306	6,50	0,75	16,3	3,3	2,9	139,6	1633,9
Таганрог	III	295	5,83	0,68	14,0	3,1	1,0	59,0	561,4
VIII. Уральский									
Свердловск	I	1331	6,12	1,18	123,6	18,1	5,7	380,7	6597,8
Челябинск	I	1119	5,29	0,87	88,1	19,2	5,9	338,3	3737,2

Продолжение табл. П.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Уфа	I	1092	4,33	0,89	102,6	22,2	6,5	397,7	3678,5
Пермь	I	1075	4,15	0,87	58,6	12,7	3,8	230,8	2000,0
Казань	I	1068	7,14	0,68	119,0	21,0	12,4	651,1	7586,9
Ижевск	II	631	7,64	0,87	46,2	9,4	2,8	173,1	2761,7
Оренбург	II	537	5,87	0,78	70,8	14,9	3,7	241,6	2655,3
Магнитогорск	III	430	6,48	0,87	25,5	5,5	1,6	98,2	1328,5
Нижний Тагил	III	427	6,50	0,87	20,3	4,4	1,6	91,6	1243,2
Курган	III	354	6,91	0,87	40,6	9,2	2,7	163,2	2354,1
Орск	III	273	6,18	0,87	25,5	5,6	1,3	86,0	1109,5
Стерлитамак	III	251	6,29	0,87	15,8	3,5	1,1	65,4	859,2
IX. Западно-Сибирский									
Новосибирск	I	1423	6,21	1,00	100,1	21,7	7,8	448,0	6677,3
Омск	I	1134	5,52	0,74	116,5	24,9	7,4	452,0	4431,3
Барнаул	II	596	5,18	0,91	57,7	10,0	4,6	259,4	2934,2
Новокузнецк	II	589	7,00	0,82	65,0	13,7	4,2	254,9	3511,3
Кемерово	II	520	6,52	0,82	83,7	18,0	5,4	328,3	4212,8
Томск	III	489	6,44	0,86	51,1	8,8	4,2	234,8	3084,8
Тюмень	III	456	6,88	0,98	65,0	12,8	4,4	262,0	4239,1
Прокопьевск	III	278	6,02	0,82	21,2	4,5	1,0	68,0	805,4
X. Восточно-Сибирский									
Красноярск	II	899	7,03	1,08	81,4	17,5	5,4	380,7	6597,8
Иркутск	II	609	7,22	1,18	47,4	10,1	2,8	338,3	805,3

Продолжение табл. П.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Улан-Удэ	Ш	351	5,45	1,29	37,8	8,1	2,2	138,4	2335,7
Чита	Ш	349	6,50	1,18	37,2	7,7	2,0	129,1	2376,5
Ангарск	Ш	262	6,68	1,18	11,5	2,4	0,6	39,2	741,3
Братск	Ш	249	6,78	1,10	27,8	6,3	1,9	113,8	2037,4
XI. Дальневосточный									
Владивосток	П	615	6,62	1,11	50,5	10,5	3,1	191,1	3370,9
Хабаровск	П	591	6,66	0,75	51,0	10,8	3,1	192,0	2301,9
Комсомольск-на-Амуре	Ш	316	5,72	0,95	18,7	4,0	1,3	77,2	1006,4
Петропавловск-Камчатский	Ш	252	5,36	0,85	23,0	4,6	1,4	86,3	944,0
XII. Донецко-Приднепровский									
Харьков	I	1587	9,37	0,70	123,1	25,1	7,4	458,9	7223,3
Днепропетровск	I	1182	6,07	0,77	94,3	19,7	5,9	361,6	4056,3
Донецк	I	1090	6,90	0,77	96,7	20,3	5,9	364,8	4651,2
Запорожье	П	875	6,70	0,77	83,6	16,9	5,2	318,4	3941,8
Кривой Рог	П	698	6,39	0,77	60,9	13,7	4,4	259,0	3058,5
Мариуполь	П	529	5,13	0,77	30,9	6,1	2,1	124,9	1184,0
Ворошиловград	П	509	6,05	0,77	51,7	10,8	3,3	200,9	2246,6
Макеевка	Ш	455	5,53	0,77	26,6	5,5	1,6	99,3	1014,7
Горловка	Ш	345	5,03	0,77	25,7	5,5	1,6	98,4	914,6
Полтава	Ш	309	5,60	0,77	46,6	9,8	2,8	174,0	1801,0

Продолжение табл. П.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Днепродзержинск	III	279	4,88	0,77	18,2	3,8	1,2	72,3	652,1
Кировоград	III	269	5,39	0,77	31,2	6,5	1,9	117,5	1170,2
Сумы	III	268	5,14	0,77	31,4	6,7	1,9	117,9	1120,2
XII. Юго-Западный									
Киев	I	2544	7,02	0,87	182,9	37,3	11,1	686,1	10056,8
Львов	II	767	6,16	0,95	72,8	14,8	4,3	268,2	3766,5
Винница	III	383	6,34	0,89	43,6	9,4	2,7	166,7	2257,7
Чернигов	III	291	5,64	0,89	31,5	6,7	1,9	118,0	1421,9
Житомир	III	297	5,81	0,89	38,0	8,2	2,3	142,9	1772,9
Черкассы	III	287	5,25	0,89	41,9	8,0	2,4	150,6	1689,1
Черновцы	III	254	4,98	0,87	28,6	5,7	1,6	101,5	1055,9
XIV. Южный									
Одесса	I	1141	7,15	0,70	101,6	20,5	6,3	386,4	4640,9
Николаев	II	501	6,12	0,82	51,4	11,0	3,2	196,8	2370,0
Херсон	III	358	5,12	0,82	39,1	8,4	2,3	144,2	1453,1
Севастополь	III	350	5,52	0,82	20,8	4,3	1,3	87,8	954,0
Симферополь	III	338	5,25	1,25	60,0	12,9	3,6	248,7	3917,4
XV. Прибалтийский									
Рига	II	900	5,36	0,95	79,0	16,2	5,3	317,2	3877,0
Вильнюс	II	566	5,74	0,83	47,6	10,2	3,0	183,8	2101,0
Талин	III	478	5,39	0,67	60,4	11,0	6,4	337,3	2923,4
Каунас	III	417	4,84	0,91	33,2	7,3	2,1	128,7	1360,5
Калининград	III	394	4,75	0,66	26,8	5,9	1,8	108,2	814,2

## Продолжение табл. П.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
XVI. Закавказский									
Баку	I	1741	10,00	0,67	260,3	48,5	30,1	1650,7	26542,8
Тбилиси	I	1194	6,51	1,00	205,3	35,4	16,7	1003,5	15679,2
Ереван	I	1168	6,23	2,11	143,1	27,5	8,7	587,6	18537,1
Кировабад	III	270	5,78	1,00	31,5	5,6	3,1	176,6	1449,9
XVII. Среднеазиатский									
Ташкент	I	2124	10,00	1,38	213,0	47,0	12,0	854,7	28308,3
Фрунзе	II	632	6,48	1,67	58,8	12,2	3,5	241,2	6264,5
Душанбе	II	582	4,62	1,11	71,6	15,3	4,1	288,5	3550,2
Самарканд	III	388	6,05	1,11	55,8	10,2	5,9	330,5	5327,1
Ашхабад	III	382	5,43	1,14	30,6	6,2	1,8	124,2	1844,8
Наманган	III	291	6,81	1,14	42,7	7,6	4,1	235,2	4382,8
Андижан	III	288	6,92	1,14	40,6	7,3	4,1	232,2	4395,9
XVIII. Казахстанский									
Алма-Ата	I	1108	8,73	1,67	139,6	23,9	11,9	704,2	24640,3
Караганда	II	633	6,67	0,68	59,1	10,2	4,9	273,3	2975,4
Чимкент	III	389	5,05	0,83	39,1	6,9	3,6	208,9	2101,1
Павлодар	III	331	5,03	0,68	64,1	11,7	6,6	350,1	2874,0
Семипалатинск	III	330	5,00	0,98	64,2	11,7	6,8	358,4	4215,0
Усть-Каменогорск	III	321	5,47	0,98	38,9	7,1	4,3	224,6	2889,3

Продолжение табл. П.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Джамбул	III	350	4,98	0,83	49,8	9,0	5,0	283,7	2814,7
Целиноград	III	276	4,89	0,98	65,9	12,3	7,8	402,0	4623,3
Актюбинск	III	248	4,86	0,98	59,0	11,0	6,8	352,3	4052,4
XIX. Белорусский									
Минск	I	1543	10,00	0,83	89,5	21,7	4,7	421,0	8386,0
Кишинев	II	633	6,43	1,25	77,2	12,5	3,5	236,8	4567,9
Гомель	III	488	5,14	0,89	41,2	9,1	2,7	163,6	1796,6
Могилев	III	359	6,14	0,89	31,4	6,7	1,9	117,9	1294,8
Витебск	III	347	5,27	0,89	23,8	4,8	1,3	83,3	937,4
Гродно	III	263	4,96	0,89	42,0	9,5	3,1	181,4	1921,6