



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
филиал в г.Туапсе

Кафедра «Метеорологии, экологии и природопользования»

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
(бакалаврская работа)  
по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование  
(квалификация – бакалавр)

На тему «Снижение негативного воздействия на окружающую среду  
автотранспортного предприятия»

Исполнитель Кузь Сергей Владимирович

Руководитель Аракелов Микаэл Сергеевич

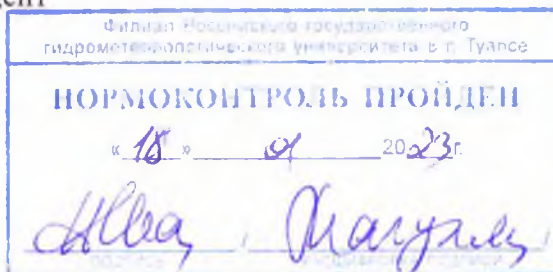
«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой Цай

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай Светлана Николаевна

«24» Января 2023 г.



Туапсе  
2023

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1 Теоретические и методические основы оценки негативного воздействия на окружающую среду автотранспортного предприятия .....	6
1.1 Современное состояние автомобильного транспорта в России и его влияние на окружающую среду.....	6
1.2 Классификация вредных веществ, содержащихся в выбросах автотранспортного предприятия .....	11
2 Анализ и оценка современного состояния АО «Туапсинское АТП» и его воздействия на окружающую среду.....	20
2.1 Общая характеристика исследуемого объекта и его хозяйственной деятельности.....	20
2.2 Расчет выбросов предприятия в окружающую природную среду и оценка негативного воздействия .....	31
3 Разработка предложений по снижению негативного воздействия АО «Туапсинское АТП» на окружающую среду .....	46
Заключение .....	56
Список использованной литературы.....	58

## Введение

Основной целью автомобильного транспорта, как части транспортного комплекса страны, является удовлетворение потребности народного хозяйства и населения страны в грузовых и пассажирских перевозках при минимальных затратах всех видов ресурсов [5, с. 88].

Экологичность или экологическая природоохранная деятельность транспортного процесса сказывается во влиянии технического состояния автомобилей, а также технологических процессов технического обслуживания и ремонта на загрязнение окружающей среды (отработавшими газами, продуктами изнашивания, шумом, загрязнением воды при мойке и т.п.) [18, с. 47].

Автомобильный транспорт является одним из основных загрязнителей атмосферного воздуха, и его доля в общем объеме выбросов неуклонно растет. Так, например, в г. Краснодаре, в 2021 году в атмосферный воздух города было выброшено 33 тыс. тонн загрязняющих веществ, из них 10 тыс. тонн выбрасывается автомобильным транспортом, а 23 тыс. тонн - при добыче полезных ископаемых. По сравнению с 2016 годом объем вредных выбросов вырос на 101,6%.

Превышение нормативных значений содержания вредных веществ в воздухе является причиной негативных последствий, в том числе роста числа заболеваний населения города, повышенной утомляемости, ухудшения самочувствия, негативных изменений в организме человека и животных на генетическом уровне [2, с. 104].

К предприятиям-загрязнителям применяют в основном экономические санкции, обязывая их выплачивать экологические платежи, которые зависят от объема и состава выбрасываемых загрязняющих веществ. В свою очередь, сами экологические платежи входят в накладные расходы и учитываются при расчете тарифа за перевозки [9, с. 135].

В то время, когда транспортные предприятия приобретают большую

экономическую самостоятельность, производственный персонал в большей мере заинтересован в снижении затрат на компенсацию выбросов вредных веществ и в объективной оценке величины выбросов. Поэтому необходимо проводить расчеты с целью компенсации выбросов в атмосферу.

В городах с развитой промышленностью (промышленные города) доля вклада загрязняющих веществ (ЗВ) отработавших газов автомобилей составляет более 50 % от совокупных вредных выбросов в воздушный бассейн при наличии достаточно высокого загрязняющего фона стационарных источников (промышленных предприятий, теплоэлектростанций, автомобильных стоянок и гаражей, автозаправочных комплексов и т.п.). При этом, в отличие от стационарных источников, выбросы которых подлежат нормированию, автотранспортные потоки (при нерациональной организации движения и высоком загрязняющем фоне) создают приземные концентрации загрязняющих веществ, многократно превышающие их предельно-допустимые концентрации (ПДК).

В сложившейся ситуации высокую степень актуальности имеет ограничение выбросов ЗВ от автотранспортных потоков с учётом загрязнения воздушного бассейна стационарными источниками. При реализации мероприятий данного направления значимым является объективная текущая и прогнозная оценка качества воздушного бассейна на основе экологического мониторинга автотранспортных потоков. В связи с этим исследования, направленные на выявление закономерностей формирования выбросов загрязняющих веществ от автотранспортных потоков и количества загрязняющих веществ автотранспортного комплекса в целом в условиях промышленного города, ограничение выбросов и обеспечение экологической безопасности автотранспортного комплекса, являются актуальными.

Объектом исследования данной выпускной квалификационной работы является акционерное общество «Туапсинское автотранспортное предприятие», предоставляющее услуги по пассажирским перевозкам собственным транспортом. Предметом исследования является негативное воздействие

данного предприятия на окружающую среду.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка предложений по снижению негативного воздействия АО «Туапсинское АТП» на окружающую среду.

В соответствии с целью были поставлены следующие задачи:

- изучить теоретические основы влияния предприятий транспортного комплекса на окружающую среду;
- дать общую характеристику исследуемого объекта и его хозяйственной деятельности;
- проанализировать технологию производства и технологическое оборудование с точки зрения загрязнения окружающей среды;
- оценить воздействие предприятия на окружающую природную среду;
- разработать предложения по снижению негативного воздействия АО «Туапсинское АТП» на окружающую среду.

Структура работы сформирована в соответствии с поставленной целью и определенными для ее достижения задачами исследования. Во введении обосновывается актуальность выбранной темы исследования, определяется объект и предмет исследования, раскрываются цель и задачи. В первой главе рассматриваются теоретические основы влияния предприятий транспортного комплекса на окружающую среду. Во второй главе проведен анализ и дана оценка современного состояния АО «Туапсинское АТП» и его воздействия на окружающую среду. В третьей главе представлены предложения по снижению негативного воздействия АО «Туапсинское АТП» на окружающую среду. В заключении помещены выводы и предложения по работе.

Теоретической и методической основой исследования послужили труды зарубежных и отечественных авторов, посвященные проблемам влияния предприятий транспортного комплекса на окружающую среду. Что касается информационной базы исследования, то в этой связи были использованы статистические материалы различных источников, а также документация самого предприятия.

# 1 Теоретические и методические основы оценки негативного воздействия на окружающую среду автотранспортного предприятия

## 1.1 Современное состояние автомобильного транспорта в России и его влияние на окружающую среду

Растущий автомобильный парк оказывает все большее влияние на загрязнение окружающей среды. В мире автомобили ежегодно потребляют 2,1 млрд. т топлива и выбрасывают в атмосферу около 700 млн. т вредных веществ, в том числе 420 млн. т угарного газа CO, 170 млн. т углеводородов CH, 60 млн. т оксидов азота NO<sub>x</sub>, 17 млн. т сажи и 0,6 млн. т свинца (в среднем 1,3 т выбросов на один среднестатистический автомобиль в год). В результате доля автомобильного транспорта в общем загрязнении атмосферы в развитых странах достигла 45-50%.

В России доля автомобильного транспорта в загрязнении окружающей среды достигла 40%, в том числе в городах 50-60%, в мегаполисах 85-90%.

Под вредным воздействием автотранспортного комплекса (АТК) на окружающую среду понимается ее негативное изменение в результате попадания в атмосферный воздух, воду, почву токсичных компонентов отработавших газов (ОГ), продуктов изнашивания деталей, дорожного полотна, отходов производственно-эксплуатационной деятельности, образующихся при движении, в процессе погрузочно-разгрузочных работ, заправке, мойке, хранении, техническом обслуживании и ремонте автомобилей [11, с. 81].

Под экологической безопасностью понимается такое воздействие АТК и его подсистем на окружающую среду, население и персонал, которое находится в пределах официально установленных допустимых норм.

Размеры и состав загрязнений окружающей среды зависят от ряда взаимосвязанных факторов, которые изменяются во времени и в пространстве и имеют разный уровень управляемости (рисунок 1.1). Их совокупность можно разделить на две группы: управляемые главным образом на уровне вышестоящей системы (государство, регион, город) и управляемые на уровне

предприятий АТК и владельцев транспортных средств [23, с. 145].

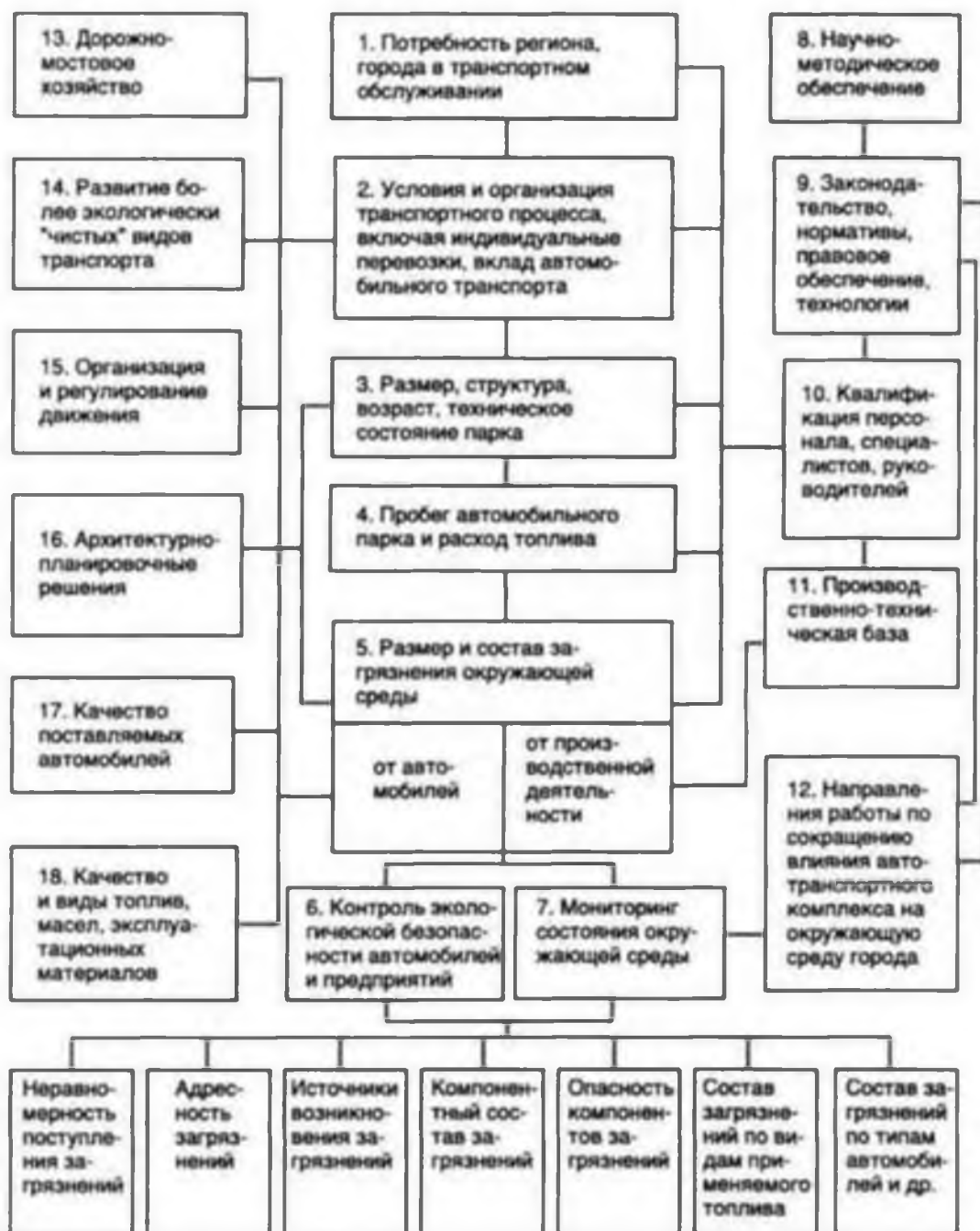


Рисунок 1.1 – Факторы, влияющие на загрязнение окружающей среды автотранспортным комплексом региона (города)

К первой группе факторов относятся [4, с. 133]:

- размер, структура автомобильного парка; условия и организация транспортного процесса;
- технический уровень и качество применяемого подвижного состава,

- качество используемых топлив, масел и эксплуатационных материалов;
- протяженность и состояние улично-дорожной сети и организация дорожного движения;
  - уровень развития инфраструктуры автомобильного транспорта и производственно-технической базы предприятий АТК;
  - нормативно-правовое и ресурсное обеспечение, регулирование экологической безопасности АТК;
  - федеральная и региональные системы контроля технического состояния парка, уровня экологической безопасности автомобилей и автотранспортных предприятий;
  - квалификация и уровень экологического образования специалистов и руководителей предприятий АТК.

Вторая группа факторов включает:

- комплектование АТП автомобилями с улучшенными экологическими показателями;
- оснащение автомобилей парка техническими устройствами, снижающими токсичность ОГ;
- управление возрастной структурой парков;
- качественное и своевременное выполнение рекомендаций системы ТО и ремонта автомобилей;
- применение топлив, масел и других эксплуатационных материалов с улучшенными экологическими показателями;
- применение рациональной организации технологических процессов ТО и ТР с использованием современного технологического оборудования;
- повышение эффективности использования подвижного состава на линии;
- совершенствование нормирования и учета расхода топлив, масел, эксплуатационных материалов;
- применение прогрессивных методов безгаражного хранения и пуска автомобилей;



- совершенствование процессов заправки, хранения и транспортирования топлив и масел;
- очистка сточных вод, сбор и утилизация отходов производства;
- повышение квалификации персонала.

Соотношение загрязнений, образующихся в процессе движения автомобилей и от ПТБ предприятий АТК (выбросы, сбросы, промышленные отходы), а также вклад в них отдельных типов автомобилей и предприятий, представлены на рисунке 1.2 [8, с. 105].



Рисунок 1.2 — Баланс и источники загрязнения окружающей среды автотранспортным комплексом большого города

Аналогичные данные получены в других странах. Например, в Финляндии при движении на легковые автомобили приходится 77% массовых выбросов; в США -67%, а на грузовые и автобусы - 33%, в том числе на бензиновые малой грузоподъемности и вместимости - 22%, бензиновые средней и большой грузоподъемности - 4%, дизельные грузовые и автобусы - 7%.

Современное научное знание о проблеме загрязнения окружающей среды автомобильным транспортом основано на представлении о негативном воздействии всего транспортного комплекса, а не только отдельных объектов транспорта [27, с. 49].

Под автотранспортным комплексом понимается технико-экономическая система, предназначенная для грузовых и пассажирских перевозок

автомобильным транспортом. Данная система включает все необходимые и достаточные элементы, обеспечивающие функционирование системы в целом и объектов автомобильного транспорта, в частности, причём на всех этапах их жизненного цикла.

Под объектами автомобильного транспорта понимаются автотранспортные средства (АТС), оснащённые энергоустановками для выполнения транспортной работы, а также автомобильные дороги с необходимыми инженерными сооружениями.

Жизненный цикл объекта автомобильного транспорта - это хронологически выраженная последовательность этапов его создания (добычи и переработки сырья, производства конструкционных, эксплуатационных, дорожно-строительных материалов, транспортировки, хранения), производства (изготовления объекта), эксплуатации (включая восстановление работоспособности) и утилизации.

Обеспечение экологической безопасности автотранспортного комплекса - это такое ограничение действия факторов, когда степень опасности не превышает порога допустимого уровня [10, с. 162].

Размещение объектов инфраструктуры автотранспортного комплекса на ограниченных городских площадях значительно обостряет экологические проблемы, связанные с отчуждением территории для стоянок, парковок, движения, обслуживания и ремонта АТС, чрезмерным загрязнением воздуха, воды, почвы, угнетением и уничтожением растительности.

На диаграмме (рисунок 1.3) показана доля автотранспортного комплекса в экологическом ущербе от всех техногенных источников.

Так, в масштабах России его доля в суммарных выбросах ЗВ в атмосферу всеми техногенными источниками достигает 43 %, в выбросах «климатических» газов - 10 %, в массе промышленных отходов - 2 %, в сбросах ЗВ со сточными водами - около 3 %, в потреблении озоноразрушающих веществ - около 5 %.

Наибольшая доля этого ущерба (до 60 %) связана с перевозкой пассажиров легковыми автомобилями. На перевозки грузов приходится 26,5 %

экологического ущерба, а на автобусные перевозки - 13,5 %. Такое распределение связано с составом автомобильного парка, в котором наибольшую долю составляют легковые автомобили (82,6 %), а наименьшую - автобусы (2,8 %). На долю грузовых автомобилей приходится 14,6 % [19, с. 59].

Проблема загрязнения окружающей среды объектами автотранспортного комплекса усугубляется бурным ростом автомобильного парка. В совокупности с недостаточным развитием улично-дорожной сети и низким уровнем качества управления автотранспортными потоками это приводит к возникновению критической экологической ситуации в городах. Наряду с прогрессирующим ухудшением качества атмосферного воздуха обостряются и другие экологические проблемы, связанные с производством автомобильной техники, запасных частей и эксплуатационных материалов, эксплуатацией, обслуживанием, хранением и утилизацией автомобилей. Важно отметить, что наибольшая доля (43 %) в структуре экологического ущерба приходится на автотранспортный комплекс за счёт выбросов ЗВ с ОГ АТС. В крупных городах на их долю приходится более 80% всех вредных выбросов в атмосферу. По экспертным оценкам, более чем в 150 городах России именно автомобильный транспорт оказывает преобладающее влияние на загрязнение воздушного бассейна. Экологической проблемой является не отдельно взятый автомобиль.

Он по масштабам воздействия на окружающую среду не может играть такую роль. Но большое скопление АТС на небольшой территории - это и есть серьёзная экологическая проблема. Причём, образование загрязнений необходимо рассматривать в следующей логической последовательности: автомобиль - автотранспортный поток [13, с. 108].

## 1.2 Классификация вредных веществ, содержащихся в выбросах автотранспортного предприятия

Автомобиль является источником химических и физических загрязнений окружающей среды.

Химическое загрязнение создаётся выбросами автомобильного двигателя внутреннего сгорания (отработавшие и картерные газы, а также испарения топлива). Физическое загрязнение - акустическими и электромагнитными полями, формирующимися при функционировании систем и агрегатов автомобиля, а также взаимодействии отдельных его элементов (шин, кузова) с окружающей средой (дорогой, атмосферой) в процессе движения.

Двигателями внутреннего сгорания (ДВС) автомобилей выбрасывается в атмосферу более 200 групп загрязняющих веществ [14, с. 72].

Загрязняющие вещества, содержащиеся в ОГ двигателей, в зависимости от химических превращений при их образовании можно разделить на следующие основные группы.

а) углеродсодержащие вещества - продукты полного и неполного сгорания углеводородного топлива (углекислый газ  $\text{CO}_2$ , угарный газ  $\text{CO}$ , углеводороды  $\text{C}_n\text{H}_m$ , в том числе полициклические ароматические (ПАУ), сажа С);

б) вещества, образование которых непосредственно не связано с процессом сгорания топлива (оксиды азота ( $\text{N}_x\text{O}_y$ ) - по термическому механизму);

в) вещества, выброс которых связан с примесями, содержащимися в топливе (соединения серы, свинца, других тяжелых металлов), воздухе (кварцевая пыль, аэрозоли), а также образующимися в процессе износа деталей (оксиды металлов).

Состав отработавших газов ДВС зависит от вида используемого топлива и присадок к нему, типа организации и совершенства рабочего процесса, условий эксплуатации, технического состояния и т.д.

Наибольшее количество ЗВ образуется при сгорании бензина и дизельного топлива. Их замещение альтернативными видами моторного топлива (например, газом) позволяет решить сразу две задачи [20, с. 92]:

- 1) снизить экологическую опасность автомобилей;
- 2) сократить использование нефти, так как на потребности

автомобильного транспорта тратиться более 50 % от общего количества её добычи.

По количеству выбросов наиболее опасных ЗВ ( $N_xO_y$ , CO,  $C_nH_m$ , бензапирен) лидирует бензиновый ДВС, поэтому его выбросы на диаграмме (рисунок 1.3) приняты за 100 %. Исключение составляет сажа, максимальный выброс которой характерен для дизельного ДВС и, соответственно, именно для него её выброс принят за 100 % [29, с. 178].

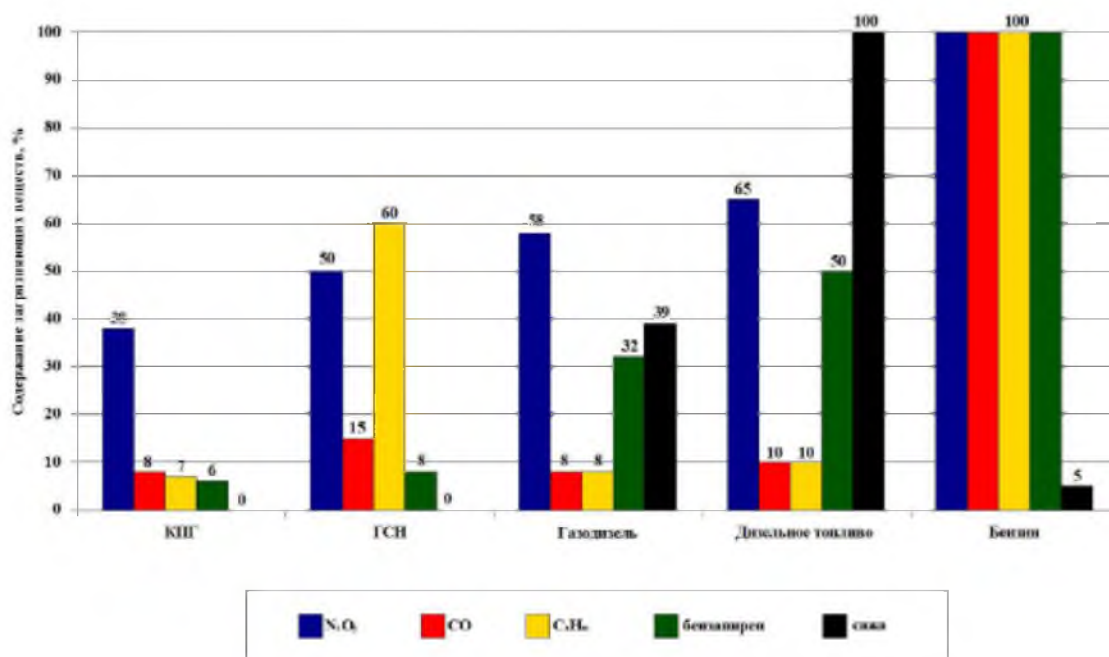


Рисунок 1.3 – Содержание ЗВ в отработанных газах ДВС, работающих на различных видах топлива

Перевод бензиновых ДВС на газ, во-первых, даёт снижение количества выбросов:  $N_xO_y$  - на 50.. 62 %; CO - на 85.. 92 %;  $C_nH_m$  - на 40.. 93 %; бензапирена - на 92.94 %; во-вторых позволяет снизить содержание сажи в отработавших газах до нулевого уровня. Причём компримированный природный газ (КПГ) в экологическом отношении предпочтительнее газа сжиженного нефтяного (ГСН), так как большие значения процентов в указанных диапазонах относятся именно к нему.

Конечно перевод дизельных ДВС на газ (газодизель) даёт более скромные результаты: количество выбросов  $N_xO_y$  сокращается всего на 7 %; CO - на 2 %;

$C_nH_m$  - на 2 %; бензапирена - на 18 %; сажи - на 61 % [18, с. 70].

Но дизельный ДВС, по сравнению с бензиновым, уже представляет меньшую экологическую опасность (по  $N_xO_y$  - на 35 %; по СО - на 90 %; по  $C_nH_m$  - на 90 %; по бензапирену - на 50 %), за исключением сажи (разница составляет 95 % не в пользу дизельного ДВС).

Модифицирование бензина, дизельного топлива и присадки к ним также оказывают влияние на состав ОГ ДВС. Например, полный отказ от этилирования бензинов позволяет соответственно избавиться от выбросов свинца и повысить долговечность каталитических нейтрализаторов.

Увеличение цетанового числа дизельного топлива на малых и средних нагрузках способствует уменьшению выброса  $N_xO_y$  и  $C_nH_m$ , а на больших в некоторых случаях - повышению дымности выхлопа. Увеличение доли лёгких фракций в дизельном топливе приводит к снижению дымности ОГ и концентрации в них  $N_xO_y$ .

Тип организации и совершенство рабочего процесса, от которых, также как и от вида топлива, зависит состав ОГ ДВС, относятся к конструктивным факторам. К ним относятся также: способ смесеобразования, степень сжатия, подача топлива, угол опережения впрыскивания или зажигания и др.

Вторая группа факторов, определяющих наряду с конструктивными факторами состав ОГ, - это эксплуатационные факторы, к которым относятся условия эксплуатации (режимы движения и природно-климатические факторы) и техническое состояние двигателя [30, с. 182].

У бензиновых АТС при разгоне существенно возрастают выбросы СО и  $N_xO_y$ , причём в меньшей степени с увеличением литража двигателя. Выбросы  $C_nH_m$  также возрастают (в 3,5...7,9 раза). У дизельных АТС растёт выброс сажи. При замедлении количество выбросов снижается в 3.10 раз. При низких температурах окружающей среды (минус 20 °С и ниже) наблюдается рост выбросов СО и  $C_nH_m$  в 3.4 раза. Выбросы  $N_xO_y$  практически не меняются.

При выработке моторесурса из-за износа деталей двигателя выбросы СО,  $C_nH_m$  и сажи возрастают в 1,5.2 раза, а выбросы  $N_xO_y$  снижаются на 25%.

Учитывая всё многообразие факторов, характеризую состав ОГ автомобильных двигателей, указывают обычно достаточно широкие пределы содержания компонентов. Тем не менее, ОГ ДВС на 99,0.99,9 % состоят из продуктов полного сгорания (диоксида углерода и паров воды), остаточного кислорода и азота воздуха. Но именно оставшаяся часть ОГ определяет степень их вредного воздействия на окружающую среду, то есть экологический уровень ДВС.

Требования к экологической безопасности ДВС и АТС определяются системой нормативов, которая в общемировой практике имеет двухуровневую структуру [1, с. 46].

Первый основной уровень составляют требования к экологической безопасности, которые закладываются и выполняются на этапах проектирования и производства АТС. На международном уровне эти требования регламентируются Правилами ЕЭК ООН в рамках Женевского соглашения 1958 г., которое является базовым и в России (рисунок 1.4).



Рисунок 1.5 – Структура системы нормативных документов в сфере обеспечения экологической безопасности АТС [15, с. 159]

Параллельно (в рамках Глобального Соглашения 1998 г.) разрабатываются глобальные технические предписания, которые в перспективе придут на смену региональным и национальным стандартам (в том числе Правилам ЕЭК ООН, Директивам ЕС, стандартам США и Японии), а в настоящее время используются при развитии Правил Женевского Соглашения 1958 г.

Второй уровень составляют требования, в которых учитывается изменение технического состояния АТС в процессе эксплуатации и ограничивается влияние этого изменения на уровень экологической опасности.

На международном уровне соответствующие требования регламентируются Венским соглашением 1997 г. и действующими в его рамках Предписаниями, а на национальном уровне - техническим регламентом «О безопасности колёсных транспортных средств» и действующими в его рамках государственными стандартами.

В свою очередь, первичным источником требований первого и второго уровней являются Директивы Европейского Союза.

Развитие нормативной базы, регламентирующей экологическую безопасность АТС, идёт в направлении глобализации, то есть создания наднациональных стандартов, целью которых является обеспечение требуемых экологических показателей, в том числе долговечности систем очистки и нейтрализации ОГ, на стадии проектирования и производства [23, с. 17].

Данная тенденция способствует тому, что установленный при сертификационных испытаниях типа уровень экологической опасности АТС будет подтверждаться и сохраняться в течение всего жизненного цикла в реальных условиях эксплуатации. При условии надлежащего контроля технического состояния автомобильной техники в процессе эксплуатации, излишним представляется постоянное ужесточение и усложнение нормативов второго уровня. Однако важной остаётся роль периодических технических осмотров, базирующихся на нормативах второго уровня, в ограничении допуска в эксплуатацию АТС, имеющих неисправности, влияющие на



экологическую безопасность.

Отработавшие газы (ОГ) автомобилей. Участники Конвенции ЕЭК ООН «О трансграничном загрязнении воздуха» (май 2012 г.) включили черный углерод (или сажу), в качестве компонента твердых частиц. Сажа (черный углерод) представляет собой твердые частицы, образующиеся в результате неполного сгорания.

Все частицы, возникающие в процессе горения, являются твердыми частицами размером до 10 микрометров или менее 2,5 микрометра. Сажа относится к последней категории. Частицы сажи поглощают энергию солнечного света и преобразуют ее в тепловую энергию. Их количество зависит от типа горючего, вида горения, эффективности технологий или мер по контролю выбросов.

В результате попадания в атмосферу и оседания на снежных или ледяных поверхностях сажа вызывает изменения глобальной температуры, таяние снега и льда, смену режима осадков [25, с. 172].

Сгорание традиционного моторного топлива, горение биомассы в результате лесных пожаров и др. служат причиной почти 85% глобальных выбросов сажи.

Суммарное тепловое воздействие сажевых частиц составляет 0,44 Вт/м<sup>2</sup>. Это ставит сажу на третье место после углекислого газа и метана среди веществ, оказывающих влияние на изменение климата

Черный углерод известен как кратковременный климатический фактор, так как он оказывает сильное влияние на процессы глобального потепления, но не сохраняется в атмосфере так долго как двуокись углерода (CO<sub>2</sub>). Однако, черный углерод воздействует в 680 раз больше на потепление, чем CO<sub>2</sub>.

Износ покрышек АТС. Многократно повторяющиеся воздействия приводят к разрушению и отделению частиц износа с поверхности трения за счет фрикционно-контактной усталости материала. На интенсивность износа влияют: конструкция шины, рисунок протектора, состав резины, скорость движения (увеличение скоростей повышает динамические нагрузки,

интенсивность ударов, а также истирающие усилия, действующие на поверхность покрытия), техническое состояние автомобиля, нагрузка на колесо, давление воздуха в шине, температура воздуха и шины, стиль и мастерство вождения. Доля ДЧ менее 10 мкм от износа шин АТС от общей массы пыли - 60 %. Все частицы с ОГ автомобилей имеют размер менее 10 мкм - 100%.

Частицы от износа покрышек в основном состоят из соединений, которые используются во время производства покрышек. в среднем шинная пыль имеет следующий состав: 60 - 61% каучуки (натуральный и синтетический), 29 - 30% технический углерод, 10% - добавки [14, с. 47].

Износ тормозных элементов АТС. Главными источниками образования частиц менее 10 мкм являются тормозные колодки АТС. Что касается химического состава, то материал износа тормозов в большой степени зависит от производителя, применения. Как правило, накладки состоят из металлов, связанных друг с другом с помощью материалов на основе кремния.

Износ дорожного покрытия. К основным факторам износа асфальтобетонных покрытий относятся механические воздействия от движения автомобилей, метеорологические условия (влажность, температура, осадки), конструкция и материалы дорожных покрытий, технологии содержания и ремонта покрытий. Движение автомобилей в сочетании с природно-климатическими и эксплуатационными (химические реагенты) факторами усиливает механический или физико-химический износ покрытия.

На износ асфальтобетона очень существенное влияние оказывает тип, вязкость и качество вяжущего материала в его составе, так же точное дозирование вяжущего [16, с. 168].

Образование и распространение дисперсных частиц менее 10 микрометров в атмосферном воздухе в крупных городах, зависит от многих факторов. Все они непосредственно могут влиять на образование и рассеивание частиц в атмосферном воздухе. Рассмотрим факторы, которые оказывают влияние на повышение уровней загрязнения атмосферного воздуха дисперсными частицами менее 10 мкм по следующим параметрам:

естественные, антропогенные, природно-климатические условия, социально-экономические, градостроительные.

При оценке влияния на повышение уровней загрязнения атмосферного воздуха дисперсными частицами должен учитываться и такой немаловажный фактор региональной особенности, который складывается из целого ряда следующих элементов: климата, рельефа, степени антропогенных нагрузок, развития социально-экономических условий, плотности населения, промышленных аварий, катастроф и стихийных бедствий [28, с. 153].

2 Анализ и оценка современного состояния АО «Туапсинское АТП» и его воздействия на окружающую среду

2.1 Общая характеристика исследуемого объекта и его хозяйственной деятельности

Акционерное общество «Туапсинское автотранспортное предприятие» образовано 26 октября 2010 года. Юридический адрес Общества: Российская Федерация, Краснодарский край, г. Туапсе, ул. Бондаренко, д.14. Руководитель предприятия – директор Жогалев Николай Геннадьевич.

Общество является юридическим лицом по российскому законодательству и имеет статус юридического лица с момента его государственной регистрации.

Основными видами деятельности АО «Туапсинское АТП» являются:

- деятельность автобусного транспорта по регулярным внутригородским и пригородным пассажирским перевозкам;
- техническое обслуживание и ремонт легковых автомобилей и легких грузовых автотранспортных средств;
- техническое обслуживание и ремонт прочих автотранспортных средств;
- торговля розничная автомобильными деталями, узлами и принадлежностями;
- аренда и лизинг прочего автомобильного транспорта и оборудования;
- технический осмотр автотранспортных средств;
- деятельность стоянок для транспортных средств.

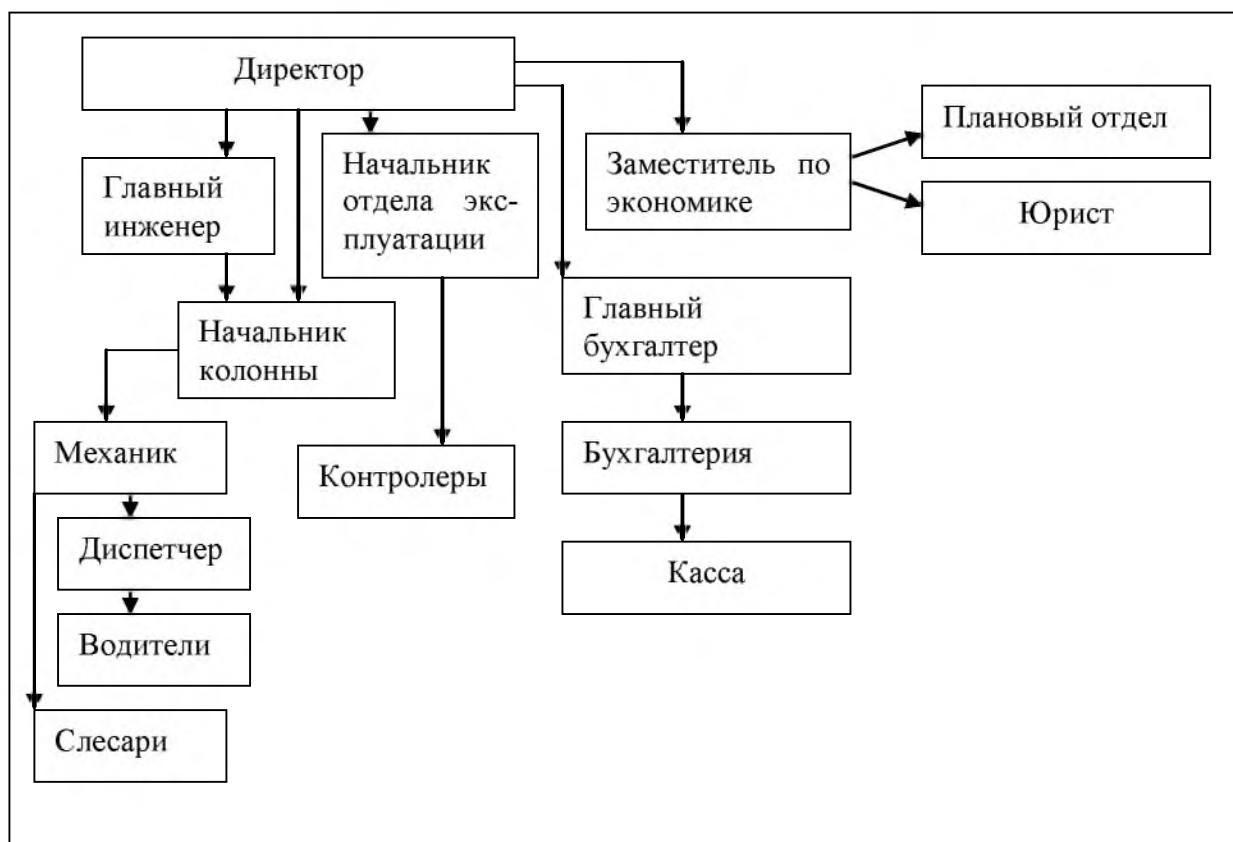
Предприятие обеспечивает формирование источников финансирования средств местного бюджета за счет средств населения, поступающих в качестве оплаты за проезд на внутригородских, пригородных и междугородных маршрутах, иных поступлений.

Организационная структура АО «Туапсинское АТП» представлена на [рисунке 1](#).

Эта структура управления характерна для всех автотранспортных

предприятий и характеризуется:

- уменьшением дублирования усилий и повышением эффективности использования ресурсов в функциональных областях;
- способствованием стандартизации, формализации и программированию процессов управления.
- улучшением координации в функциональных областях;
- повышением технологичности выполнения операций в функциональных областях.



**Рисунок 1** - Организационная структура АО «Туапсинское АТП»

Среднесписочная численность работников предприятия в 20201 году составила 30 человек, что на 7 человек меньше по сравнению с 2020 г., из них:

- менеджмент – 4 человека (директор, главный инженер, начальник отдела эксплуатации, главный бухгалтер);
- инженерно-технический персонал – 8 человек (сотрудник бухгалтерии, кассы, планового отдела, юрист, контролеры);

– рабочие (механики, диспетчеры, водители, слесари,) – 18 человек.

Основные экономические показатели за 2020-2021 гг. приведены в **таблице 4.**

**Таблица 4** - Основные технико-экономические показатели деятельности АО «Туапсинское АТП» в 2020 – 2021 гг.

№ п/п	Показатели	2020 г.	2021 г.	Абс. прирост	Темп роста
1	Уставной фонд (акционерный капитал), тыс.руб.	10,00	10,00	0,00	100,00%
2	Выручка от реализации или объем товарооборота, тыс.руб.	4 594,00	5 386,00	792,00	117,24%
3	Среднесписочная численность персонала, чел.	37,00	30,00	-7,00	81,08%
4	Производительность труда, руб./чел.	124162,16	179533,33	55371,17	144,60%
5	Производительность труда в натуральном выражении, шт./чел	124,16	179,53	55,37	144,60%
6	Среднегодовая заработная плата одного работника, тыс. руб.	42,42	69,59	27,17	164,03%
7	Годовой фонд заработной платы, тыс.руб.	1569,70	2087,70	518,00	133,00%
8	Себестоимость оказанных услуг, тыс.руб.	3056,00	6105,00	3049,00	199,77%
9	Затраты на один руб. реализации, коп.	66,52	113,35	46,83	170,40%
10	Прибыль от продаж, тыс.руб.	1538,00	-719,00	-2257,00	-46,75%
11	Рентабельность продаж, %	33,48	-13,35	-46,83	-39,87%
12	Среднегодовая стоимость основных фондов, тыс. руб.	410,00	425,00	15,00	103,66%
13	Среднегодовая стоимость оборотных средств, тыс.руб.	2184,00	997,00	-1187,00	45,65%
14	Фондоотдача, руб./руб.	11,20	12,67	1,47	113,10%
15	Фондоёмкость, руб./руб.	0,09	0,08	-0,01	88,42%
16	Фондовооруженность труда, руб./чел.	11,08	14,17	3,09	127,85%
17	Собственный капитал	1301,00	149,00	-1152,00	11,45%
18	Заемный капитал	1293,00	1273,00	-20,00	98,45%
19	Удельный вес собственного капитала в общей валюте баланса, %	50,15%	10,48%	-0,40	20,89%
20	Удельный вес заемного капитала, %	49,85%	89,52%	0,40	179,60%
21	Коэффициент финансового риска, %	99,39%	854,36%	7,55	859,65%
22	Коэффициент оборачиваемости капитала	177,10%	378,76%	2,02	213,87%

Финансово-хозяйственную деятельность АО «Туапсинское АТП» в 2020-

2021 гг. характеризовали следующие тенденции:

1) незначительное увеличение объемов реализации продукции (работ, услуг) в конце года по сравнению с итогами 2020 года (+17%) сопровождалось серьезным – в 2 раза – увеличением себестоимости оказанных услуг;

2) резкое снижение прибыли до налогообложения;

3) увеличение производительности труда.

За 2021 год автотранспортным предприятием оказано услуг на сумму в объеме 5 386 тыс. рублей, при этом затраты на 1 руб. реализации превысили стоимость реализации и составили 1,13 рублей на каждый рубль оказанных услуг. Получается, что в 2021 году предприятие работало в убыток, который к концу 2021 года составил 719 тыс. рублей.

В то же время на фоне сокращения численности персонала наблюдалось повышение средней заработной платы на 64%, годовой фонд заработной платы в итоге составил почти 39% от всей выручки предприятия.

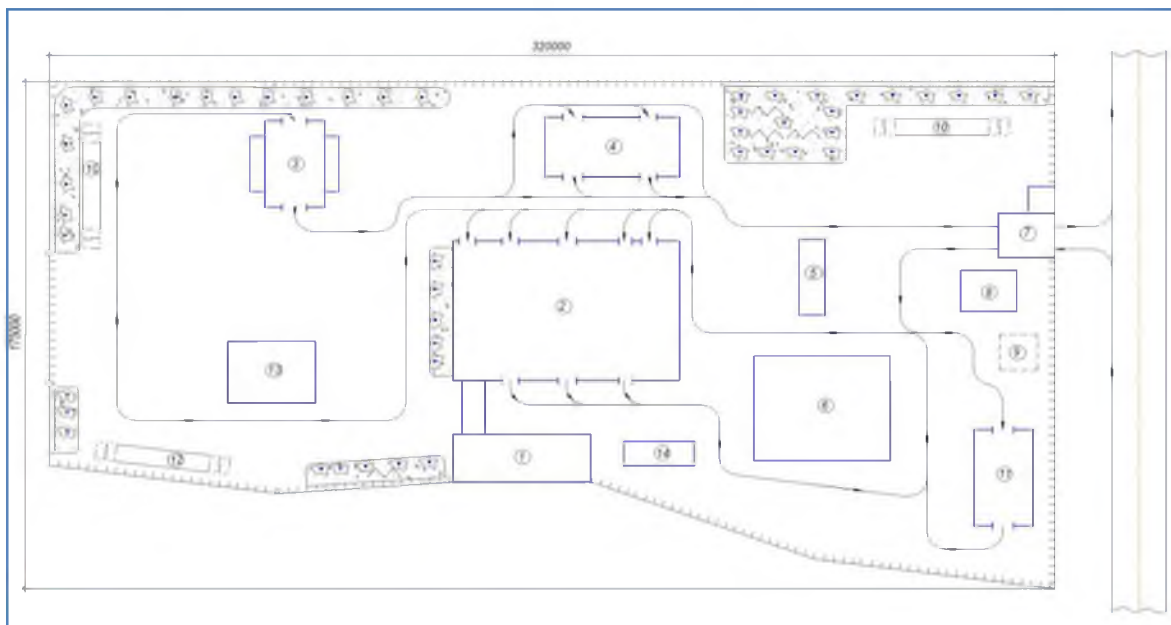
Такие результаты работы предприятия отразились на коэффициенте финансового риска, который по состоянию на конец 2020 года был на предельном уровне, а к концу 2021 года возрос в 8,5 раз.

В целом, по данным таблицы можно сделать вывод, что рассмотренные основные экономические показатели характеризуют состояние АО «Туапсинское АТП» как крайне нестабильное.

На основной промплощадке предприятия (рисунок 2) размещаются:

- цех топливной аппаратуры;
- участок ремонтный;
- цех вулканизации;
- моечный участок;
- линия ТО;
- медницкий цех;
- участок аккумуляторный;
- столярный цех;
- цех сварочный;

- склад ГСМ;
- цех токарный;
- цех моторный;
- цех обкаточный;
- цех агрегатный;



1 - корпус административно-бытовой; 2 – мастерские ремонтно-механические; 3 – линия ТО; 4- стоянка теплая; 5 – станция заправочная; 6 – цех тракторный и склад; 7 – КПП с навесом; 8 – диспетчерская; 9 – водоем пожарный; 10, 12 – стоянка открытая; 11 – мойка; 13 – помещение складское; 14 – склад хранения авторезины.

Рисунок 2 – Генеральный план предприятия

- цех электрический;
- автозаправочная станция;
- открытая стоянка автотранспорта;
- стоянка теплая;
- складские помещения;
- административно-бытовые помещения.

Парк автомобилей АО «Туапсинское АТП» составляет (таблица 5):

- с двигателем на бензине – 35 ед.;
- с двигателем на дизтопливе – 18 ед.

Моечный участок. Мойка автотранспорта, поступающего на ремонт,



осуществляется в моечном боксе, водой, предназначенной для технического водоснабжения из скважины верхнемелового водоносного горизонта.

Таблица 5 - Сведения о парке автомобилей АО «Туапсинское АТП»

Наименование	Количество	Вид топлива	Средний годовой пробег автомобиля, тыс. км/год
Малые автобусы ГАЗЕЛЬ	10	бензин	51138
Малые автобусы Hyundai	10	бензин	48210
Среднеразмерные автобусы ПАЗ	15	бензин	73014
Среднеразмерные НефАЗ	8	дизель	70891
Спецтехника	10	дизель	600 м*ч

В качестве моющих средств применяют автошампуни марок «Бриз» и «БВА». В процессе мойки большая часть грязи оседает на поверхности приямка, которую собирают в 200 - литровую бочку.

Образующийся отход - шлам - вывозят на полигон ТБО. Сточные воды, содержащие незначительную часть грязи и масла, перед сбросом в городскую систему канализации направляются на сооружения механической очистки, представленные на предприятии отстойником и нефтеловушкой.

Участок ремонта топливной аппаратуры. На данном участке производится промывка деталей керосином. Основная выделяющаяся вредность – керосин. Источник – естественная вытяжка с участка ремонта топливного оборудования.

Участок технического обслуживания и ремонта автомобилей.

На участке ТО и ТР производят следующие работы:

- ремонт коробки переменных передач;
- замена шестеренных блоков;
- ремонт ходовой части на подъемнике;
- замена тормозных колодок;
- замена топливных, масляных фильтров;
- замена рулевых тяг специальным приспособлением;
- проверка зажигания с помощью прибора «Элкон-300»;
- замена масла с помощью вакуумной установки.

Образующиеся отходы:

- лом черных металлов, образующийся за счет изношенных, непригодных металлических частей автомобилей; собирают на специальной асфальтированной площадке 10 м<sup>2</sup> на территории предприятия;
- масло моторное, которое сливают с автомобиля, переносят вручную в специальную накопительную подземную емкость 5 м<sup>3</sup>, затем передают на утилизацию;
- тормозные колодки, фильтры топливные и масляные при необходимости заменяют и вывозят на полигон;
- ветошь обтирочная замасленная; вывозят на полигон ТБО

В процессе текущего ремонта производится разборка и сборка узлов автомобилей, замена изношенных деталей, проверка работы двигателей.

На участке ремонта двигателей производится разборка и сборка двигателей, в процессе которой в воздух помещения выделяется смесь углеводородов нефти, локализуемая системой местных отсосов. Детали двигателей перед сборкой промываются в моечной машине, имеющей систему местных отсосов.

Также на участке производится обработка металла на точильном станке Диаметр заточного круга 150мм. К отходам, образующимся на данном участке относятся:

- изношенные абразивные круги, которые вывозятся на полигон ТБО;
- абразивная-металлическая пыль, которую также вывозят на полигон ТБО.

Участок вулканизации. На данном участке осуществляется ремонт камер колесного автотранспорта. Здесь используется вулканизационный пресс. В течении года используется 5 кг. резины для вулканизации.

Выделяющиеся вредности: ангидрид сернистый, этилен, изобутилен, водород хлористый, дибутилфталат, углерода окись, углеводороды предельные (C<sub>12</sub>-C<sub>19</sub>).

Участок окраски. На участке производится шпаклевка, грунтовка и окраска поверхностей автомобилей. Расчетный расход шпаклевки - 720 кг/год,

грунтов - 480 кг/год, эмалей при рабочей вязкости - 950 кг/год.

Покраску автомобилей производят кисточками. Выделяемые вредности: ксилол и уайт-спирит. В процессе работы образуются следующие промотходы:

- отходы лакокрасочных материалов (эмаль, грунт, шпатлевка), собранные с водной поверхности, по мере накопления собирают в урну и вывозят на полигон ТБО;
- тара из-под ЛКМ, вывозятся на полигон ТБО;
- ветошь обтирочная со следами лакокрасочных материалов, которую вывозят на полигон ТБО.

Медницкий цех. На участке проводят пайку радиаторов и трубопроводов. В качестве припоя используется ПОС – 40, в количестве 1 кг/год. Пайка ведется паяльной лампой наполненной бензином, расход 0,1 тон/год. Выделяющиеся вредности: углерода окись, азота окислы, ангидрид сернистый, углеводороды предельные, бенз(а)пирен, свинец.

Столярный участок. Здесь осуществляется обработка древесины на двух деревообрабатывающих станках. Расход древесины составляет 2м<sup>3</sup>/год. Выброс древесной пыли проходит очистку в циклоне типа «Гипродревпром» с КПД равном 94,3%.

Посты электро- и газосварки. На данном участке осуществляется как электро- и газосварка в среде ацетилен. Количество используемых электродов составляет - 150 кг/год; карбида – 70кг/год. Выделяемые вредности: железа окись, марганец, азота окись.

Склад горюче-смазочных материалов и автозаправочная станция. На данном участке осуществляется хранение горюче смазочных материалов и дозаправка автомобильного транспорта. Хранение бензина осуществляется в резервуарах емкостью 11м<sup>3</sup>, дизтопливо – 10м<sup>3</sup>. Основными загрязнителями являются бензин и дизтопливо. Воздействие наблюдается при перекачке горюче-смазочных материалов из бензовозов в резервуары, их хранении, и заправке автотранспорта.

Электро- и аккумуляторный участок. Процесс приготовления электролита

и зарядки аккумуляторов сопровождается выделением в воздух помещения аэрозоли серной кислоты. В сутки проходит обслуживание и зарядку 10 автомобильных аккумуляторных батарей емкостью 60 АЧ каждая. На электроучастке установлен стенд для проверки генераторов и стартеров. Отходы не образуются.

Открытая стоянка автотранспорта. Парк автотранспорта состоит из автобусов, работающих на бензине и дизтопливе:

- с бензиновым двигателем – 35 ед.;
- с дизельным двигателем – 18 ед.

Годовой расход топлива:

- бензина – 145 т.;
- дизтоплива – 83 т.

Собственный автотранспорт предприятия хранится на открытой стоянке. Выделения загрязняющих атмосферу веществ при прогреве двигателей и разезде автомобилей учитываются как неорганизованный. Образующиеся отходы:

- отработанные кислотные батареи;
- шины;
- отработанное моторное масло;
- электролит;
- фильтры масляные переносят в контейнер для сбора мусора и вывозят на полигон ТБО.

При работе двигателей внутреннего сгорания при прогреве или перемещении транспорта по территории предприятия образуются следующие загрязняющие вещества: углерода окись, ангидрид сернистый, углеводороды предельные, сажа, оксиды азота, бенз(а)перен, гексан.

Административно-бытовые помещения. Освещение производственных помещений и территории предприятия смешанное: используется люминесцентные лампы и лампы накаливания. Образующиеся отходы:

- отработанные люминесцентные лампы накапливают в ящике,

установленном в закрывающемся, отдельно стоящем металлическом боксе 2 м<sup>3</sup>.

– лампы накаливания вывозят на полигон твердых бытовых отходов.

При санитарной уборке производственных площадей и территории предприятия образуется смет, включающий мусор, бумагу, листья деревьев и Для сбора отходов, вывозимых на полигон ТБО, у производственного корпуса установлены 2 контейнера по 0,8 м<sup>3</sup>. По мере их заполнения мусор вывозят на полигон ТБО.

Газоочистное оборудование. Основными источниками загрязнения атмосферы являются вентиляционные установки и крышные вентиляторы, удаляющие загрязненный воздух из помещений производственного корпуса и от технологического оборудования.

На предприятии, в результате технологического процесса, образуется 22 вещества загрязняющих атмосферный воздух.

Согласно инвентаризации, на предприятии 16 источников загрязнения атмосферы, из них организованных 15, неорганизованных 1. Суммарная мощность выброса загрязняющих веществ составляет – 0,172374 мг/с. Характеристика газоочистного оборудования представлена в таблице 6.

Таблица 6 - Характеристика газоочистного оборудования АО «Туапсинское АТП»

Наименование газоочистной установки	Загрязняющее вещество		Концентрация на входе, мг/м <sup>3</sup>	Эффективность очистки, %	Концентрация на выходе, мг/м <sup>3</sup>
	код	Наименование			
Циклон типа «Гидродрев-пром» d 1600	10293	Пыль древесная	178,9	94,3	10,2

Для снижения выбросов в атмосферный воздух пыли образующейся при работе технического оборудования столярного цеха на предприятии установлен Циклон типа «Гидродрев-пром» d 1600.

Общее количество расходуемой электроэнергии на данном предприятии -

135,811 тыс. кВт/ч., потребляемого бензина – 145 тонн; дизельного топлива - 83 тонны.

Система водоснабжения. Вода подается из городского водопровода в объеме 3,3 тыс. м<sup>3</sup>/год (фактический расход 9,51 м<sup>3</sup>/сут., расчетный расход – 18,46 м<sup>3</sup>/сут). Лимит на забор воды составляет 150 м<sup>3</sup>/месяц. Забор воды из технического водопровода отсутствует.

На предприятии вода используется для мойки автомобилей и деталей, промывки аккумуляторов, для испытания радиаторов, охлаждения оборудования и пополнения систем оборотного водоснабжения.

Система водоснабжения — прямоточная и оборотная, состоящая из двух циклов: для мойки автомобилей и охлаждения оборудования. Обмыв автомобилей производится свежей водой.

В результате производственного процесса на предприятии образуются сточные воды, загрязненные взвешенными веществами, нефтепродуктами, СПАВ и др. Химический состав сточных вод до очистки на ЛОС в таблице 7.

Таблица 7 - Концентрация загрязняющих веществ в сточной воде предприятия

Наименование	Концентрация в производственной воде мг/дм <sup>3</sup>	Концентрация в хозяйственно-бытовой воде мг/дм <sup>3</sup>
Взвешенные вещества	750	150
нефтепродукты	20,7	0,5
минерализация	1500	800
железо общ.	4	2
СПАВ	6	0,5
ХПК	400	300
N-NH <sub>4</sub>	10,3	4,5
БПК полн	100	65

На предприятии имеются локальные очистные сооружения. ЛОС представляют собой отстойник, где оседают твердые частицы. Образующийся шлам вывозят на полигон ТБО. Нефтепродукты, улавливаются в нефтеловушке. Далее вода сбрасывается в канализацию.

Территория предприятия канализирована. Приемником

производственных и хозяйственных сточных вод является коллектор городской канализации.

Поверхностные сточные воды с территории предприятия сетью ливневой канализации отводятся в городской ливневой коллектор. Дренажные сооружения на территории предприятия отсутствуют, а следовательно дренажные воды не образуются. При чистке колодцев (1 раз в год) образующийся шлам, который вывозят на полигон ТБО.

## 2.2 Расчет выбросов предприятия в окружающую природную среду и оценка негативного воздействия

АО «Туапсинское АТП» - крупное предприятие по оказанию транспортных услуг.

Предприятие отнесено к четвертой категории опасности с размером нормативной санитарно-защитной зоны 100 м. Жилые дома расположены на расстоянии 120 м. в северном направлении. На предприятии присутствует 11 источников выбросов, один из которых не организованный.

Расчет рассеивания загрязняющих веществ от АО «Туапсинское АТП» произведен для двух источников, один из которых стационарный – участок сварки (выброс осуществляется по средствам вентиляционной системы из трубы с круглым устьем), второй неорганизованный – автостоянка. Основные загрязняющие вещества, выбрасываемые в атмосферу: оксиды железа, марганец и его соединения, ацетилен, оксиды углерода, диоксид азота, сажа, ангидрид сернистый, бенз(а)перен, углеводороды предельные.

За центр расчетной системы координат принят угол производственного здания. В выбросах предприятия присутствуют 26 загрязняющих веществ. Суммацией вредного действия из присутствующих в выбросах предприятия веществ обладают сернистый ангидрид и азота двуокись.

Технологический процесс производства не предполагает залповых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Аварийные выбросы

загрязняющих веществ в атмосферу возможны при нарушении работы пылегазоулавливающих установок.

Максимальные концентрации загрязняющих веществ на границе СЗЗ составляют (в долях ПДК): оксид железа – 0,021; марганец и его соединения – 0,0022; оксид углерода – 0,49; диоксид азота – 0,30; ацетилен – 0,13; Ангидрид сернистый – 0,014; Бенз(а)пирен – 0,0042; сажа – 0,11; углеводороды предельные – 0,012; группа суммации 31 – 0,31.

Максимальные концентрации загрязняющих веществ в точках жилой застройки составляют (в долях ПДК): оксид железа – 0,00089; марганец и его соединения – 0,000095; оксид углерода – 0,49; диоксид азота – 0,17; ацетилен – 0,055; Ангидрид сернистый – 0,0064; Бенз(а)пирен – 0,0017; сажа – 0,098; углеводороды предельные – 0,0051; группа суммации 31 – 0,17.

Анализ расчета рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере показывает, что приземные концентрации загрязняющих веществ, присутствующих в выбросах АО «Туапсинское АТП» с учетом фона на границе нормативной санитарно-защитной зоны и в отдельных точках жилой застройки не превышают предельно допустимых концентраций.

Таким образом, граница расчетной санитарно-защитной зоны предприятия расположена по границе предприятия.

Поверхностный сток с территорий промышленных площадок является существенным источником загрязнения и засорения водных объектов.

Поверхностный сток с АО «Туапсинское АТП» включает в себя дождевые и снеговые сточные воды. Поливомоечные сточные воды отсутствуют. На предприятии поверхностный сток организованный, он собирается с водосборной территории посредством специальных лотков и каналов и поступает в городскую систему канализации.

Основными источниками загрязнения поверхностного стока являются:

- продукты эрозии грунтовых поверхностей;
- выбросы веществ в атмосферу промышленными предприятиями, автотранспортом;



- проливы нефтепродуктов на поверхности покрытий;
- потери сыпучих и жидких продуктов.

Формирование поверхностного стока происходит под воздействием комплекса природных (атмосферные осадки, испарение, фильтрация, задержание влаги растениями) и антропогенных (использование водосборной территории, применение искусственных покрытий, технология мойки искусственных покрытий) факторов. Специфические особенности поверхностного стока, связанные с эпизодичностью его поступления, резкими изменениями расхода и уровня загрязнения, изменчивостью состава загрязняющих веществ, значительно затрудняют контроль и регламентацию поступления его в городские системы водоотведения.

В зависимости от состава накапливающихся на территории промплощадок и смываемых поверхностным стоком веществ промышленные предприятия делят на две группы.

АО «Туапсинское АТП» принадлежит к первой группе. К ней относят предприятия, поверхностный сток с территории которых не содержит специфических веществ с токсичными свойствами и близок по своему составу к дождевому стоку с районов жилой застройки. К этой группе относят предприятия энергетической отрасли, черной металлургии (кроме коксохимических производств), машиностроения, металлообрабатывающие и нефтеперерабатывающие заводы, приборостроительные заводы, предприятия легкой, пищевой, электротехнической отраслей промышленности. Ориентировочный состав поверхностного стока с территории АО «Туапсинское АТП» приведен в таблице 8.

Данное предприятие относится к предприятию 4-го класса опасности. Сброс вод осуществляется в городскую систему канализации. Предприятие работает 260 дней в году, с 8-ми часовым рабочим днем.

Суточный расход хозяйственно-бытовых сточных вод данного предприятия составляет 4,05 м<sup>3</sup>/сут. Суточный расход производственных сточных вод данного предприятия составляет 5,46 м<sup>3</sup>/сут.

Таблица 8 - Усредненные показатели состава дождевого стока с территории предприятия

Показатель	Содержание в дождевом стоке с территории предприятия 1-й группы, г/м <sup>3</sup>
Взвешенные вещества	500 - 2000
БПК <sub>5</sub> :	40-60
ХПК:	200-600
Нефтепродукты:	10-30
Минеральный состав	200-500

Допустимые концентрации загрязняющих веществ в сточных водах АО «Туапсинское АТП» представлены в таблице 9.

Таблица 9 - Сводная таблица предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в сточных водах АО «Туапсинское АТП»

Название	C <sub>пр</sub>	C <sub>хб</sub>	ДК 1	ДК 2	ДК 3	ДК <sub>мин</sub>	Сст мг/дм <sup>3</sup>	Необход. очистки
Температура	20°С	20°С	<40°С	-	-	<40°С	<40°С	
Взвешенные вещества	750	150	<500	-	60	300	490	+
Нефтепродукты	20,7	0,5	<20	19,5	1,69	4,29	12,09	+
РН	8	8	6-8,5	-	-	6-8,5	8	
Сухой остаток	1500	800	1000	-	700	1000	1193	+
Железо общее	4	2	-	2,6	2	2	3,14	+
ХПК	400	300	300	-	353,3	300	357	+
Азо ам.	10,3	4,5	-	40	20	20	7,82	-
БПК полн	100	65	350	-	179,9	179,9	85,09	-

По результатам расчета можно сделать вывод, что концентрация загрязняющих веществ в сточной воде предприятия превышает допустимую концентрацию загрязняющих веществ, подлежащих сбросу в канализацию по следующим показателям: взвешенные вещества – 8,1 раза; нефтепродукты – 7,15 раза; сухой остаток – 1,14 раза; ХПК – 1,19 раза.

Очистные сооружения, функционирующие на предприятии, не дают желаемого результата очистки. Сточные воды, образующиеся на предприятии, не соответствуют требованиям правил приема сточных вод в городскую систему канализации.

Для оценки воздействия на почвы рассчитывается нагрузка создаваемая предприятием на почвы по сере и азоту.

Фоновые концентрации загрязняющих веществ на границе санитарно-защитной зоны предприятия приняты на основании отчета об инвентаризации выбросов от коммунального автотранспортного предприятия АО «Туапсинское АТП».

Нагрузка по сере и азоту на почву от выбросов предприятия АО «Туапсинское АТП» на границе санитарно-защитной зоны:

Для расчета необходимо определить концентрацию серы и азота (1):

$$C_{\text{NO}_2}/C_{\text{N}} = M_{\text{rNO}_2}/M_{\text{rN}} \quad (1)$$

где  $C_{\text{NO}_2}$  – суммарная концентрация диоксида азота в приземном слое на границе санитарно-защитной зоны,  $\text{мг}/\text{м}^3$

$$C_{\text{NO}_2} = 0,01 \text{ ПДК} = 0,00085 \text{ мг}/\text{м}^3;$$

где – 0,01 – концентрация  $\text{NO}_2$  на границе санитарно-защитной зоны в долях ПДК.

$C_{\text{N}}$  – суммарная концентрация азота в выбросах,  $\text{мг}/\text{м}^3$ ;

$M_{\text{rNO}_2}$  - молярная масса диоксида азота,  $\text{мг экв}/\text{моль}$ ;

$$M_{\text{rNO}_2} = 14 + 16 \times 2 = 46 \text{ мг экв}/\text{моль}$$

$M_{\text{rN}}$  - молярная масса азота,  $\text{мг экв}/\text{моль}$ ,  $M_{\text{rN}} = 14 \text{ мг экв}/\text{моль}$ .

$$C_{\text{N}} = 0,00085 \times 14 / 46 = 0,00025 \text{ мг}/\text{м}^3$$

$$C_{\text{H}_2\text{S}}/C_{\text{S}} = M_{\text{rH}_2\text{S}}/M_{\text{rS}}$$

$C_{\text{H}_2\text{S}}$  – суммарная концентрация сернистого ангидрида в приземном слое на границе санитарно-защитной зоны предприятия,  $\text{мг}/\text{м}^3$   $C_{\text{H}_2\text{S}} = 0,0013 \text{ ПДК} = 0,00065 \text{ мг}/\text{м}^3$ ;

$C_{\text{S}}$  – суммарная концентрация серы в выбросах,  $\text{мг}/\text{м}^3$ ;

$M_{\text{rH}_2\text{S}}$  - молярная масса сернистого ангидрида,  $\text{мг экв}/\text{моль}$ ;

$$M_{\text{rH}_2\text{S}} = 32 + 2 = 34$$

$$C_{\text{S}} = 32 \times 0,00065 / 34 = 0,00061 \text{ мг}/\text{м}^3$$

Оценка нагрузки на территорию, которая создается за счет выбросов источников загрязнения атмосферы, определяется по формуле (2):

$$P = C_B \times V_t \times K, \quad (2)$$

где  $C_B$ - суммарная концентрация N или S, [мг./м<sup>3</sup>], рассчитанная исходя из доли этих элементов (по массе) в соединениях;

$V_t$ - скорость выпадения,  $V_t=0,125$  см/с

K- безразмерный коэффициент пропорциональности,  $K=864$

$$P_N = 0,00025 \times 0,125 \times 864 = 0,0279 \text{ кг/км}^2 \text{ сут}$$

$$P_S = 0,00061 \times 0,125 \times 864 = 0,066 \text{ кг/км}^2 \text{ сут}$$

Полученные значения нагрузки соотносят с критическими. Суммарная нагрузка по сере и азоту в условных единицах равна сумме соответствующих коэффициентов. Критическая нагрузка на почвы по сере и азоту составляет:

$$P_N = 1 \text{ т./км}^2 \text{ год} = 2,74 \text{ кг/км}^2 \text{ сут.}$$

$$P_S = 2 \text{ т./км}^2 \text{ год} = 5,48 \text{ кг/км}^2 \text{ сут.}$$

Оценку производят путем сравнения относительной нагрузки по азоту и сере путем расчета суммарной нагрузки:

$$K_i = P_i / P_{\text{кри}}$$

$$K_N = 0,0279 / 2,74 = 0,0101$$

$$K_S = 0,00061 / 5,48 = 0,00011$$

$$\sum K_i = 0,0101 + 0,00011 = 0,0102 < 1$$

Таким образом, суммарная нагрузка на почвы по сере и азоту на границе санитарно-защитной зоны предприятия не превышает критическую.

Оценка состояния зеленых насаждений производится с помощью шкалы санитарно-гигиенического состояния деревьев (по Маслову), в которой выделяют: 6 классов состояния:

- 1 класс – здоровые растения,
- 2 класс – ослабленные деревья (усыхание до трех главных веток),
- 3 класс – суховершинные деревья (усыхание 1/3 кроны),
- 4 класс – сухокронные деревья (усыхание 1/3 – 2/3 кроны, появляются возбудители гнилей),
- 5 класс – усыхающие деревья (усыхание больше 2/3 кроны, признаки

заражения стволов вредителями),

6 класс – сухостой.

Для оценки состояния зеленого массива производились:

- выделение наиболее характерных видов;
- подсчет в пределах каждого вида количеств деревьев, принадлежащих к каждому классу состояния;
- расчет среднего класса состояния для каждого вида.

Расчет среднего класса состояния для каждого вида производится по формуле (3):

$$I=(K_1n_1+K_2n_2+ +K_in_i)/N, \quad (3)$$

где  $I$  – средний класс состояния древостоя;  $K_i$  - категория состояния;  $n_i$  - количество деревьев каждого класса состояния;  $N$  - общее число деревьев данной категории состояния.

Общий класс состояния по участку рассчитывается по формуле (4):

$$I_{cp}=\sum I/N_i, \quad (4)$$

где  $N_i$  – количество видов на участке

Для оценки состояния деревьев было выбрано 3 участка зеленых насаждений, в каждом по 10 – 18 деревьев, два участка выбраны на территории промышленной площадки и один участок в пределах санитарно-защитной зоны предприятия.

Распределение количества деревьев каждого вида по классам состояния, а также средний класс для каждого вида и общий по выборке приведены в таблице 10.

Средний балл по выборке – 2,3.

По результатам расчета можно сделать вывод, что санитарное состояние деревьев - ослабленное.

Таблица 10 - Оценка санитарного состояния деревьев в выборке

Виды деревьев	Кол-во	Количество деревьев в каждом классе						Средний балл	Средняя категория	Санитарно состояние дровостоя	Зона Повреждения
		1	2	3	4	5	6				
Тополь черный	6	3	1	1	1	0	0	2	2	Ослабленный	3
Каштан конский	8	5	2	1	0	0	0	1,5	1	Здоровый	4
Липа сердцелистная	9	3	4	1	0	1	0	2,1	2	Ослабленный	3
Ель колючая	14	3	7	2	1	1	0	2,3	2	Ослабленный	3
Ясень обыкновенный	8	0	2	1	3	2	0	3,6	4	Усыхающий	1
Липа кавказская	6	1	3	1	1	0	0	2,3	2	Ослабленный	3

Анализируя деятельность, которая осуществляется на предприятии АО «Туапсинское АТП», можно сделать вывод, что на рассматриваемом участке основными тяжелыми металлами приносимыми предприятием являются свинец, железо, марганец и хром.

В результате исследования были определены виды наиболее подверженные воздействию предприятия, такие как абрикос обыкновенный, принадлежащие к 4 категории – усыхающие. Этот вид является неустойчивым к загрязнениям от предприятия. В связи с этим необходимо заменить деревья этого вида деревьями, обладающими хорошей устойчивостью к газопылевым выбросам, имеющими наибольший показатель поглощения пыли за 1 вегетационный период. В качестве таковых можно предложить следующие: клен ясенелистный, тополь канадский, тополь пирамидальный. Санирующий эффект в осаждении пыли для деревьев в вегетационный период составляет 15-30 кг. Кроме того при нормальных метеоусловиях они снижают газо- и парообразные примеси на 25-35%, путем рассеивания и отклонения воздушного потока, а так же в результате поглощения.

Антропогенные факторы в значительной степени определяют условия жизни животных. К неблагоприятным антропогенным процессам необходимо отнести сокращение площадей, пригодных для обитания животных, изменении характера биотопов, повышение факторов беспокойства. Интенсивное движение автотранспорта также нарушает естественные циклы жизни

животных.

Пылегазовое загрязнение воздуха наносит ущерб животным, т.к. токсичные вещества действуют на их организмы непосредственно через органы дыхания или в результате поедания загрязненного корма.

При химическом загрязнении отмечается изменение рыбопродуктивности рек, сокращение популяций, изменение видового состава с последующим накоплением вредных веществ в организме животных.

В процессе деятельности автобусного парка в атмосферный воздух от передвижных и стационарных источников выбрасывается большое количество вредных веществ и токсичных соединений, которые по химическим свойствам, характеру воздействия на биосферу разделяются на:

- нетоксичные (пары воды, углерода диоксид и др.);
- токсичные (сернистый ангидрид, акролеин, углеводороды, оксиды азота, сажа и др.).

Многие вещества, содержащиеся в выбросах автопредприятия, обладают ярко выраженным токсикобиологическим действием. Воздействие каждого из вредных компонентов на здоровье человека может привести к определенным негативным последствиям.

По воздействию на организм человека загрязняющие вещества подразделяются на:

- токсичные - окись углерода, окислы азота, окислы серы, углеводороды, альдегиды, свинцовые соединения;
- канцерогенные - бенз(а)пирен, соединения свинца;
- удушающего действия — углекислый газ;
- раздражающего действия - акролеин, формальдегид, окислы серы, углеводороды;
- наркотического - полициклические и ароматические углеводороды;
- надоедающие - альдегиды, сажа, смолы, минеральные аэрозоли, частицы и пары топлива и масел, углеводороды.

Воздействию вредных выбросов подвержены, прежде всего, лица,

непосредственно связанные с производственным процессом. К ним относятся ремонтные рабочие, занятые обслуживанием и ремонтом автобусов, водители автобусов, работники диспетчерской и вспомогательных служб. Кроме того, негативное влияние вредных выбросов испытывают на себе жители прилегающих к территории автобусных парков жилых массивов.

Поэтому основное внимание при контроле источников вредных выбросов в атмосферу уделяется тому, чтобы концентрация веществ в воздухе не превышала установленных санитарными нормами предельно-допустимых концентраций. Приведены некоторые вредные вещества, выбрасываемые ПТБ автобусного парка, их ПДК, класс опасности и ориентировочно безопасный уровень воздействия (ОБУВ) токсичного компонента на окружающую среду.

В таблице 11 представлен перечень загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу от стоянки автомобилей АО «Туапсинское АТП».

Таблица 11 – Перечень загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу от стоянки автомобилей АО «Туапсинское АТП»

№ п/п	Код	Наименование вещества	ПДК <sub>мр</sub>	ПДК <sub>сс</sub>	Класс опасности	Примечание
Малые / среднеразмерные автобусы (бензин)						
1	301	Азота диоксид	0,2	0,04	2	—
2	304	Азота оксид	0,4	0,06	3	—
3	330	Серы диоксид	0,5	0,05	3	—
4	337	Углерода оксид	5	3	4	—
5	2704	Углеводороды (бензин)	5	1,5	4	—
Среднеразмерные автобусы (дизельное топливо)						
1	301	Азота диоксид	0,2	0,04	2	—
2	304	Азота оксид	0,4	0,06	3	—
3	330	Серы диоксид	0,5	0,05	3	—
4	337	Углерода оксид	5	3	4	—
5	2732	Углеводороды (керосин)	1,2	1,2	3	—
6	328	Углерод (сажа)	0,15	0,05	3	—

С учетом данных Краснодарской лаборатории по мониторингу загрязнения атмосферы Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, фоновые концентрации загрязняющих веществ (с указанным перечнем веществ) не превышают величины (предельно допустимых концентраций). Расчет выбросов загрязняющих веществ



проводится по формуле (5):

$$G_i = 10^{-6} * \sum_{i=1}^n q_i L_q A_3 K_c D \quad (5)$$

где  $G_i$  – масса выброса загрязняющего вещества (т/год);

$n$  – количество групп автомобилей, устанавливается технологической частью проекта;

$q_i$  – удельный выброс  $i$ -го загрязняющего вещества одним автомобилем, г/км;

$D$  – количество рабочих дней в году;

$L_q$  – условный пробег одного автомобиля за цикл (въезд и выезд) на территории предприятия; учитывает время запуска двигателя, движения по территории предприятия и работы в зоне стоянки;

$A_3$  – эксплуатационное количество автомобилей на стоянках;

$K_c$  – коэффициент, учитывающий влияние режима движения (скорости) автомобиля.

Расчет выбросов загрязняющих веществ от автотранспортных источников анализируемого объекта приведен ниже. Показатели режимов содержания автомобилей для открытых автостоянок приняты максимальными - по теплomu периоду года («Требования к разработке разделов по охране окружающей среды при проектировании стоянок легковых автомобилей»).

1. Расчет эксплуатационного количества автомобилей:

1.1. «Час пик» при въезде:

В 13-ом столбике таблицы 12 запись «гр.2 x гр.3 / 100» обозначает, что необходимо количество машиномест на стоянке — гр.2 — умножить на долю (%) машин, въезжающих на стоянку «в час пик» — гр.3, и разделить на 100 (100 — коэффициент пересчета %).

Для исходных данных таблицы это будет: 4- 15/100 = 0,6 (учитывая предмет счета необходимо результат округлить до целых величин), то есть это

будет 1 (графа 13).

1.2. «Час пик» при выезде:

В 14-ом столбике запись «гр.2 x гр.4 / 100» обозначает, что необходимо количество машиномест на стоянке гр.2 — умножить на долю (%) машин, выезжающих со стоянки «в час пик» — гр.4, и разделить на 100 (100 — коэффициент пересчета %).

Для исходных данных таблицы это будет:  $4 \cdot 25 / 100 = 1$  (графа 14).

1.3. В сутки с учетом коэффициента осреднения 0,5:

В 15-ом столбике запись «гр.2 x гр.5 x 0,5 / 100» обозначает, что необходимо количество машиномест на стоянке гр.2 — умножить на долю (%) машин, выезжающих на стоянку и въезжающих со стоянки в наиболее напряженные сутки — гр.5; 0,5 коэффициенты усреднения; 100 — коэффициент пересчета %.

Для исходных данных таблицы это будет:  $4 \cdot 250 \cdot 0,5 / 100 = 5$  (графа 15).

2. Расчет выбросов загрязняющих веществ, г/с.

Перечень загрязняющих веществ представлен в графе (столбиках) 9 и 16.

2.1 Гр.7 x гр.13 — пробег автомобилей на въезде на стоянку. Эта величина определяется перемножением условного пробега одного автомобиля при въезде гр.7 — на эксплуатационное количество автомобилей на въезде — гр.13.

Для исходных данных таблицы это будет:  $0,3 \cdot 1 = 0,3$  км.

2.2. Гр.8 x гр.14 — пробег автомобилей на выезде со стоянки. Эта величина определяется перемножением условного пробега одного автомобиля при выезде — гр.8 — на эксплуатационное кол-во автомобилей на выезде — гр.14.

Для исходных данных таблицы это будет:  $0,8 \cdot 1 = 0,8$  км.

2.3. Сумма этих двух произведений — гр.7 x гр.13 + гр.8 x гр.14 — суммарный пробег автомобилей на выезде со стоянки и въезде на стоянку, соответствующий произведению  $L_q \cdot A_{\Sigma}$  в формуле (1).

Для исходных данных таблицы суммарный пробег автомобилей составит:

$0,3 + 0,8 = 1,1$  км.

2.4. Выброс загрязняющего вещества автомобилями при этом рассчитывается перемножением удельного выброса загрязняющего вещества (г/км) — гр.10 — на рассчитанный суммарный пробег автомобилей — гр.7 x гр.13 + гр.8 x гр.14 (км).

Для исходных данных таблицы выброс, например, угарного газа, автомобилями составит:  $20,8 \cdot 1,1 = 22,88$  г.

2.5. Корректировка выброса угарного газа с учетом коэффициента влияния режима движения ( $K_c$ ) проводится перемножением полученной величины выброса — гр.10 x (гр.7 x гр.13 + гр.8 x гр.14) — на величину коэффициента — гр.11.

Для исходных данных:  $22,88 \cdot 2 = 45,76$  г.

2.6. С учетом коэффициентов пересчета временной единицы — 10- и 3,6 — конечный результат составит:

$10^{-3} \times \text{гр.10} \times (\text{гр.7} \times \text{гр.13} + \text{гр.8} \times \text{гр.14}) \times \text{гр.11} / 3,6 = 45,76 \cdot 10^{-3} / 3,6 = 0,012711$  г/с.

Аналогичным образом проводятся расчеты выбросов остальных указанных загрязнителей с территории автостоянок, а также годовые выбросы (т/год) — гр.18.

В отдельных конкретных вариантах меняется количество машиномест на стоянке ( $A_э$  - эксплуатационное количество автомобилей на стоянках); % въезда и выезда машин (принять в среднем 10-25% и 20-50%, соответственно); общее число автомобилей в наиболее напряженные сутки составляет в среднем от 100% до 250% от общего количества мест на стоянке.

Анализ результатов расчетов рассеивания выбросов, произведенный на основе полученных нами данных по валовым выбросам загрязняющих веществ в атмосферу от стоянок автотранспорта, свидетельствовал о том, что выбросы в атмосферу от источников не оказывают сверхнормативного воздействия на объекты, расположенные в районе объекта (по фактору химического загрязнения атмосферного воздуха).

Скорость движения автомобилей по территории предприятия составляет 10-20 км/ч, нагрузка практически отсутствует. Значения  $m_{\text{прлк}}$ ,  $m_{\text{L/h}}$ ,  $m_{\text{ххлн}}$  для различных групп автомобилей представлены в таблицах 12 — 14. Эти значения отражают не только типы автомобилей, их грузоподъемность, но и период года. Таблица 12 – Удельные выбросы загрязняющих веществ легковыми автомобилями при хранении на закрытых стоянках

Вид выброса	Обозначение выбросов	Загрязняющее вещество		
		СО	СН	NO2
Удельный выброс при прогреве ДВС, г/мин	$m_{\text{прлк}}$	5,0	0,7	0,05
Удельный выброс при работе ДВС на холостом ходу, г/мин	$m_{\text{ххлн}}$	4,5	0,4	0,05
Пробеговой выброс при движении со скоростью 10-20 км/ч, г/км	$m_{\text{L/h}}$	17,0	1,7	0,4
Пробеговой выброс при движении по пандусу, г/км:	$m_{\text{ник}}$	4,5	0,4	0,05

Примечание: для газобаллонных автомобилей выбросы СО и СН умножаются на коэффициенты 0,51 и 0,59 соответственно (сжатый газ). Поскольку у нас нет газобаллонных двигателей мы не будем использовать эти коэффициенты.

Таблица 13 – Удельные выбросы загрязняющих веществ при работе двигателя на холостом ходу

Категория автомобилей	Тип ДВС	Удельный выброс загрязняющих веществ, г/мин			
		СО	СН	NO2	С
Автомобили (автобусы) грузоподъемностью:					
до 1000 кг	карбюраторный	4,5	0,4	0,05	-
от 1000 до 3000 кг	карбюраторный	8,1	1,6	0,1	-
	дизельный	1,54	0,2	0,45	0,01
от 3000 до 6000 кг	карбюраторный	18,1	2,9	0,2	-
	дизельный	2,8	0,3	0,62	0,03
свыше 6000 кг	карбюраторный	23,4	3,3	0,2	-
	дизельный	2,9	0,3	1,0	0,04

Количество рабочих дней в расчетном периоде зависит от режима работы предприятия и длительности периодов со средней температурой ниже -5 С, от -5 С до +5 С, выше +5 С.

Для определения годового суммарного выброса массы одноименных веществ по периодам суммируются.

Таблица 14 - Пробеговые выбросы загрязняющих веществ грузовыми автомобилями

Грузоподъемность, кг	Тип двигателя	Пробеговой выброс загрязняющего вещества, г/км ( $m_{L/k}$ )							
		CO		CH		NO <sub>2</sub>		C	
		теплый период	холодный период	теплый период	холодный период	теплый период	холодный период	теплый период	холодный период
q < 1000	бензиновый	19,6	24,3	3,5	4,2	0,4	0,3	—	—
1000 < q < 3000	бензиновый	27,6	34,4	4,9	6,0	0,6	0,5	—	—
	дизельный	3,2	3,9	0,6	0,7	2,5	2,3	0,2	0,3
3000 < q < 6000	бензиновый	47,4	59,3	8,5	10,3	1,0	0,8	—	—
	дизельный	4,1	5,0	0,7	0,9	3,0	2,4	0,2	0,3
q > 6000	бензиновый	55,3	68,8	9,9	11,9	1,2	0,9	—	—
	дизельный	5,1	6,2	0,9	1,1	3,5	2,7	0,2	0,3

Полученные величины выбросов автотранспорта мы применили для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы. Приведенные в данной работе усредненные удельные значения показателей выбросов отражают основные закономерности их изменения при реальном характере использования автотранспорта.

### 3 Разработка предложений по снижению негативного воздействия АО «Туапсинское АТП» на окружающую среду

Оценка хозяйственной деятельности предприятия в разрезе его воздействия на окружающую природную среду, в целом указывает на присутствие негативного воздействия предприятия на окружающую природную среду. Это связано с неэффективным функционированием природоохранных мероприятий и отсутствием экологической стратегии на предприятии. Также это приводит к увеличению затрат связанных с загрязнением окружающей природной среды. Исходя из этого, необходимо предложить природоохранные мероприятия, направленные на снижение нагрузки на окружающую природную среду и уменьшение экологических издержек, т.е. мероприятия направленные на улучшение эколого-экономических характеристик предприятия.

Таким образом, необходимо предусмотреть такие мероприятия как:

- защитные мероприятия (установка системы каталитической нейтрализации отработавших газов, посадка зеленых насаждений);
- разработка рекомендаций по рациональному обращению с отходами.

Крытая стоянка автомобилей предназначена для парковки автопарка предприятия. Максимальный одновременный выезд автомобилей составляет по данным АО «Туапсинское АТП» 45 процентов от списочного состава. Для удаления отработавших газов выделяющихся при прогреве и маневрировании транспортных средств по территории крытой стоянки применяется вытяжная вентиляция. Приток свежего воздуха осуществляется с помощью приточной вентиляции, а также через открытые ворота во время выезда автомобилей.

Вытяжная вентиляция крытой стоянки автомобилей состоит из четырех независимых симметричных контуров В1, В2, В3, В4. Расположение и конфигурация воздуховодов вытяжной системы представлена в графической части данного дипломного проекта. Существенным недостатком существующей системы является то, что отработанные газы автомобилей через вытяжную вентиляцию выбрасываются непосредственно в атмосферу, тем

самым ухудшая экологическую обстановку на территории предприятия и его окрестностях.

В связи с этим предлагается установка системы каталитической нейтрализации отработавших газов, которая позволит проводить конверсию СО и углеводородов на 97 процентов перед выбросом в атмосферу и таким образом позволит улучшить экологическую обстановку в районе АО «Туапсинское АТП». С целью удешевления проекта предлагается объединить существующие системы воздухопроводов В1, В2, В3, В4 в единый выброс с последующей подачей на реактор. Согласно требованиям технологии каталитической нейтрализации перед подачей на реактор вентвыбросы подогреваются до температуры 160-180°C.

Для снятия сажи и тем самым предотвращения закоксовывания катализатора углеродом устанавливаются кассетные фильтры с возможностью периодической регенерации.

Для улучшения экологической обстановки в районе АО «Туапсинское АТП» на крытой стоянке грузовых автомобилей, организуются вентиляционные выбросы в единый выброс с последующей нейтрализацией на каталитическом реакторе. Суть этого реактора, применение алюмоплатинового катализатора позволяющего провести глубокое окисление СО и  $C_xH_y$ . Важной задачей является подбор такого режима работы катализатора, на котором достигается оптимальное соотношение между условиями протекания реакции окисления и соответствующей им степени конверсии. Основными факторами, влияющими на степень конверсии, являются: объемная скорость отработавших газов протекающих через слой катализатора, температура в слое катализатора, а также концентрация токсичных веществ в вентвыбросах.

Согласно действующим экологическим нормам, достаточной считается конверсия 97 процентов по СО. Данное значение конверсии возможно получить используя различные типы катализаторов, как на основе меди, так и на основе драгоценных металлов платины и палладия.

Замена алюмоплатинового катализатора на более дешевый медный

катализатор возможна, однако, катализаторы на основе благородных металлов обладают более высокой селективностью в реакциях нейтрализации токсичных компонентов, низкими температурами начала эффективной работы, высокой температуростойкостью, долговечностью и способностью устойчиво работать при высоких скоростях газового потока и поэтому являются более универсальными и удобными.

Воздухообмен в рабочей зоне автостоянки определён при условии разбавления выделяющегося при работе двигателей автомобилей оксида углерода до величины ПДК. Согласно ОНТП-01-91 (РОСАВТОТРАНС) величина ПДК для СО равна  $C_{пдк} = 20 \text{ мг/м}^3$ .

Для расчета максимальных секундных выбросов СО применима формула (6):

$$M_{CO} = 10^{-3} \frac{q \cdot L \cdot A_{э} \cdot K_c}{t_B \cdot 3,6} \quad (6)$$

где  $M_{CO}$  - масса выброса оксида углерода, г/с;

$A_{э}$  - эксплуатационное количество автомобилей на стоянках с учетом коэффициента выпуска,  $A_{э} = 57$ ;

$q$  - удельный выброс оксида углерода одним автомобилем с учетом возраста и технического состояния парка на рассматриваемый год, г/км;

$L$  - условный пробег одного автомобиля за цикл на территории предприятия с учетом времени запуска двигателя, движения по территории предприятия, работы в зонах стоянки ТО и ТР;

$K_c$  - коэффициент, учитывающей влияние режима движения (скорости) автомобиля;  $K_c = 1,4$ ;

$t_B(ТО)$  - время выпуска или возврата автомобилей; по технологическому заданию принимаем  $t_B$  - 1 час.

Учитывая неоднородность подвижного состава, рассчитываем средний удельный выброс оксида углерода (7):



$$q_{\text{ср}} = \frac{n_{\text{д}} \cdot q_{\text{д}} + n_{\text{к}} \cdot q_{\text{к}}}{n_{\text{д}} + n_{\text{к}}} \quad (7)$$

где  $n_{\text{д}}$  и  $n_{\text{к}}$  соответственно количество автомобилей с дизельными и карбюраторными двигателями;

$q_{\text{д}}$  и  $q_{\text{к}}$  соответственно удельный выброс оксида углерода одним автомобилем с дизельным и карбюраторным двигателями, г/км.

$$q_{\text{ср}} = \frac{106 \cdot 10,8 + 61 \cdot 44,1}{57} = 67,3 \text{ г/км.}$$

Тогда количество оксида углерода составит:

$$M_{\text{CO}} = 10^{-3} \frac{67,3 \cdot (0,15 + 0,2) \cdot 57 \cdot 1,4}{1 \cdot 3,6} = 0,522 \text{ г/с.}$$

Приток в гараже осуществляется в верхнюю зону, сосредоточенными струями вдоль проездов. Согласно рекомендациям ОНТП-01-91 приток на 20 процентов меньше объёма вытяжки. В соответствие с рекомендациями воздухообмен в стоянке-гараже должен быть не менее 2 крат.

Расчёт расхода удаляемого воздуха производится по формуле (8):

$$L_{\text{в}} = \frac{M_{\text{CO}} \cdot 1000 \cdot 3600}{C_{\text{ПДК}} - C_{\text{н}}} \quad (8)$$

где  $L_{\text{в}}$  - расчётный расход удаляемого воздуха на этаже, м<sup>3</sup>/ч;

$C_{\text{ПДК}}$  - величина ПДК для CO; согласно ОНТП-01-91 равна 20 мг/м<sup>3</sup>;

$C_{\text{н}}$  - средняя концентрация CO в наружном воздухе (равна 5 мг/м).

$$L_{\text{в}} = \frac{0,522 \cdot 1000 \cdot 3600}{20 - 5} = 125280 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Технология каталитического обезвреживания промышленных газовых выбросов предусматривает нагрев их до температуры 180°C перед подачей на слой катализатора.

В качестве нагревательного устройства предлагается использование электрокалорифера.

В ходе реконструкции крытой стоянки автомобилей предусматривается установка системы нейтрализации отработавших газов. Расчет затрат на

оборудование и материалы включает в себя определение расходов на приобретение оборудования. Затраты на приобретение оборудования определяются следующим образом по формуле (9):

$$Z_{об} = C_{об} * K_{тз} + C_{об.у} \quad (9)$$

где  $C_{об.у}$  - затраты на установку и монтаж оборудования;

$C_{об}$  - стоимость оборудования;

$K_{тз}$  - коэффициент учитывающий транспортно-заготовительные работы,

$K_{тз}=1,1$ .

В таблице 15 приведен перечень приобретаемого оборудования.

Таблица 15 - Перечень приобретаемого оборудования и материалов

Наименование	Количество	Цена за ед., руб.	Стоимость, руб.
Вентилятор радиальный ВЦ14-46-8	2	29900	59800
Электрокалориферная установка АРМ-ЭКО-400	2	54520	109040
Клапан обратный КО-4	2	2950	5900
Заслонка воздушная Р800	2	5332	10664
Заслонка воздушная Р1000	2	6765	13530
Воздуховоды	251,2 м <sup>3</sup>	300	75360
Фильтр ФК-Н-40	2	8750	17500
Швеллер №16	32 м	486	15552
Итого			307346

Стоимость монтажных работ приведена в таблице 16. Таким образом затраты на приобретение и монтаж оборудования составят:

$$Z_{об} = 307346 * 1,1 + 101382 = 439462,6 \text{ р.}$$

Таблица 16 - Стоимость монтажных работ

Вид работ	Количество	Показатель	Стоимость ед., руб.	Сумма, руб.
Монтаж воздуховодов	251,2	м <sup>2</sup>	360	90432
Сварочные	5	м	430	2150
Бетонные (с учетом материала)	0,8	м <sup>3</sup>	11000	8800
Итого				101382

Затраты на изготовление реактора рассчитываются по формуле (10):

$$Z_{\text{изг}} = C_{\text{мат}} * K_{\text{тз}} + C_{\text{раб}} \quad (10)$$

где  $C_{\text{раб}}$  - стоимость работ;

$C_{\text{мат}}$  - стоимость материалов;

$K_{\text{тз}}$  - коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные работы,

$K_{\text{тз}} = 1,1$ .

В таблице 17 приведен перечень приобретаемых материалов.

Таблица 17 - Перечень приобретаемых материалов

Наименование	Кол-во	Вес, кг.	Стоимость 1 кг., руб.	Сумма, руб.
Лист ДПРН 5×2350 ×6000 08 X22Н6Т	1	560	120	67200
Лист ДПРН 5×1800 ×4000 08 X22Н6Т	1	300	120	36000
Труба 50×3-В-08X22Н6Т	0,25 м	1	120	120
Итого				103320

Стоимость работ, требующихся для изготовления реактора, приведена в таблице 18.

Таблица 18 - Стоимость работ, требующихся для изготовления реактора

Вид работ	Количество	Показатель	Стоимость ед., руб.	Сумма, руб.
Гибка	-	-	-	7150
Сварочные	10	м	400	4000
Итого				11150

Таким образом затраты на изготовление реактора составят:

$$Z_{\text{изг}} = 103320 * 1,1 + 11150 = 124802 \text{ р.}$$

Суммарные затраты на систему каталитической нейтрализации складываются из затрат на приобретение оборудования и затрат на изготовление реактора и составляют:

$$Z_{\Sigma} = Z_{\text{об}} + Z_{\text{изг}} = 439462,6 + 124802 * 2 = 689066,6 \text{ р.}$$

На предприятии принимаем повременно-премиальную систему оплаты труда. Годовой фонд заработной платы определяем по формуле (11):

$$З_о = N * C_{\text{час}} * K_p * T * K_{\text{п.д}} \quad (11)$$

где N - количество производственных рабочих, N = 2 чел.;

$C_{\text{час}}$  - средняя часовая тарифная ставка,  $C_{\text{час}} = 50,5$  руб.;

$K_p$  - районный коэффициент,  $K_p = 1,15$ ;

T - годовой объем работ, T = 1980 чел-ч.;

$K_{\text{п.д}}$  - коэффициент, учитывающий премии и доплаты,  $K_{\text{п.д}} = 1,103$ ;

$$З_о = 2 * 50,5 * 1,15 * 1980 * 1,103 = 253664,6 \text{ р.}$$

Фонд дополнительной заработной платы рассчитываем по формуле (12):

$$З_{\text{дп}} = З_о * П_{\text{дп}} / 100 \quad (12)$$

где  $П_{\text{дп}}$  - процент дополнительной заработной платы (13):

$$П_{\text{дп}} = 100 * D_{\text{отп}} / (365 - D_{\text{в}} - D_{\text{п}} - D_{\text{отп}}) \quad (13)$$

где  $D_{\text{в}}$  и  $D_{\text{п}}$  - соответственно число выходных и праздничных дней в году,

$$D_{\text{в}} = 104 \text{ дн}, D_{\text{п}} = 10 \text{ дн};$$

$D_{\text{отп}}$  - продолжительность отпуска,  $D_{\text{отп}} = 28$  дн;

$$П_{\text{дп}} = 100 * 30 / (365 - 104 - 10 - 28) = 13,45 \text{ \%};$$

$$З_{\text{дп}} = 253664,6 * 13,45 / 100 = 34118 \text{ р.}$$

Общий годовой фонд заработной платы:

$$З_{\text{общ}} = (253664,6 + 34118) * 1,15 = 292900,3 \text{ р.}$$

Начисления на заработную плату по социальному страхованию. Расчет производится по формуле (14):

$$Н_з = З_{\text{общ}} - П_{\text{н.з.}} \quad (14)$$

где  $\Pi_{\text{нз}}$  - процент начисления,  $\Pi_{\text{нз}} = 30,7 \%$ .

$$H_3 = 292900,3 * 30,7 / 100 = 89920,4 \text{ р.}$$

Амортизационные отчисления составляют 12 процентов от балансовой стоимости оборудования и составляют:  $A_{\text{oc}} = 689066,6 * 0,12 = 82688 \text{ р.}$

Годовой расход тепла на отопление рассчитывается по формуле (15):

$$Q_{\text{от}} = q_0 * V * K_t * n * T_{\text{п}} * D_{\text{от}} \quad (15)$$

где  $q_0$  - удельный годовой расход тепла на отопление,  $q_0 = 21000$  ккал/1000 м<sup>3</sup>;

$V$  - объем помещения,  $V = 10500 \text{ м}^3$  ;

$K_t$  - поправочный температурный коэффициент,  $K_t = 1,34$ ;

$n$  - число смен работы участка;  $n = 2$ ;

$T_{\text{п}}$  - продолжительность смены,  $T_{\text{п}} = 8$  часов;

$D_{\text{от}}$  - продолжительность отопительного сезона,  $D_{\text{от}} = 180$  дней.

$$Q_{\text{от}} = 21000 * 10,5 * 1,34 * 2 * 8 * 180 = 851 * 10^6 \text{ ккал.}$$

Годовой расход тепла на вентиляцию определяется по формуле (16):

$$Q_{\text{в}} = q_{\text{в}} * V * K_t * n * T_{\text{п}} * D_{\text{от}} \quad (16)$$

где  $q_{\text{в}}$  - удельный годовой расход тепла на вентиляцию,  $q_{\text{в}} = 7250$  ккал/1000 м;

$$Q_{\text{в}} = 7250 * 10,5 * 1,34 * 2 * 8 * 180 = 294 * 10^6 \text{ ккал.}$$

Общие затраты на теплоснабжение определяются по формуле (17):

$$Z_{\text{от}} = (Q_{\text{о}} + Q_{\text{в}}) * Ц_{\text{от}} \quad (17)$$

где  $Ц_{\text{от}}$  - цена за одну килокалорию,  $Ц_{\text{от}} = 0,000069$  рублей;

$$Z_{\text{от}} = (851 * 10^6 + 294 * 10^6) * 0,000069 = 79005 \text{ р.}$$

Затраты на осветительную энергию определяются по формуле (18):

$$Z_{\text{осв}} = \Phi_{\text{осв}} * C_{\text{эл}} * F_y * N_o / 1000 \quad (18)$$

где  $\Phi_{\text{осв}}$  - годовой фонд времени использования осветительных установок

$\Phi_{\text{осв}} = 2024$  ч;

$C_{\text{эл}}$  - стоимость осветительной энергии,  $C_{\text{эл}} = 3,12$  руб./кВт\*ч.;

$F_y$  - площадь участка,  $F_y = 2100$  м;

$N_o$  - норма освещённости 1 м площади участка,  $N_o = 15$  Вт/ м<sup>2</sup>;

$Z_{\text{осв}} = 2024 * 3,12 * 2100 * 15/1000 = 198918,7$  р.

Затраты на силовую энергию определяются по формуле (19):

$$Z_{\text{сил}} = M_c * K_c * \Phi_c * C_c \quad (19)$$

где  $M_c$  - предполагаемая суммарная мощность оборудования,  $M_c = 860$  кВт;

$K_c$  - коэффициент полезного действия электрооборудования,  $K_c = 0,56$ ;

$\Phi_c$  - годовой фонд времени работы потребителей силовой энергии,

$\Phi_c = 2008$  часов;

$Z_{\text{сил}} = 860 * 0,56 * 2008 * 3,12 = 3017204,7$  р.

Общие затраты на электроэнергию:

$Z_{\text{эл}} = Z_{\text{осв}} + Z_{\text{сил}} = 198918,7 + 3017204,7 = 3216123,4$  р.

Общие затраты рассчитаем по формуле (20):

$$Z = A_{\text{ос}} + Z_{\text{общ}} + H_3 + Z_{\text{от}} + Z_{\text{эл}}, \quad (20)$$

$Z = 198918,7 + 292900,3 + 89920,4 + 79005 + 3216123,4 = 3878867,8$  р.

Рассчитаем эколого-экономический эффект от внедрения предложенных мероприятий. Расчеты представлены в таблице 19.

Внедрение предлагаемой системы позволит снизить количество вредных выбросов в атмосферу, тем самым улучшив экологическую обстановку на территории предприятия, а также близлежащих районов.

Таблица 19 – Оценка эколого-экономического эффекта от внедрения предложенных мероприятий

Показатель	Расчет	Значение
Суммарные затраты, руб.	$Z_{\Sigma} = Z_{об} + Z_{изг}$	689066,6
Годовой фонд заработной платы, руб.	$Z_o = N * C_{час} * K_p * T * K_{п.д}$	292900,3
Общие затраты на теплоснабжение, руб.	$Z_{от} = (Q_o + Q_B) * C_{от}$	79005
Затраты на осветительную энергию, руб.	$Z_{осв} = \Phi_{осв} * C_{эл} * F_y * N_o / 1000$	198918,7
Затраты на силовую энергию, руб.	$Z_{сил} = M_C * K_C * \Phi_C * C_C$	3017204,7
Общие затраты, руб.	$Z_{общ} = A_{ос} + Z_{общ} + H_3 + Z_{от} + Z_{эл}$	3878867,8
Предотвращенный экологический ущерб, руб.	$Y_{пр} = Ob_{выб} - 99\%$	7492585,0
Общий экономический эффект, руб.	$\Delta\phi = Y_{пр} - Z_{общ}$	3613990,2
Общая экономическая эффективность, %	$\Delta\phi = Z_{общ} / \Delta\phi * 100\%$	107%
Срок окупаемости, мес.	$T_{окуп} = \Delta\phi / Z_{общ} * 12 \text{ мес.}$	11,2

## Заключение

По своему воздействию на экологическое состояние окружающей среды и здоровье человека загрязнения от автотранспортного комплекса является одним из самых опасных. Воздействие вовлеченных в сбор и утилизацию отработавших свинцово-кислотных аккумуляторов, отработанных автомасел и технических жидкостей, изношенных шин, отходов, содержащих шестивалентный хром, кадмий, ртуть на нервную и сердечнососудистую системы, интеллект, физическую активность, репродуктивную систему человека ведет к серьезным заболеваниям, многие из которых не поддаются лечению. Загрязнение отработанными автомобильными маслами, техническими жидкостями и отработанными шинами является опасным по своему воздействию на экологическое состояние окружающей среды, поскольку период их биологического разложения в почве и воде составляет от 40 до 100 лет.

В работе осуществлялась разработка предложений по снижению негативного воздействия на окружающую среду АО «Туапсинское АТП».

Проведенная работа позволила прийти к следующим выводам:

1. Рассматриваемое предприятие является источником негативного воздействия на окружающую среду. Основными источниками загрязнения атмосферы являются вентиляционные установки и крышные вентиляторы, удаляющие загрязненный воздух из помещений производственного корпуса и от технологического оборудования.

2. Поверхностные сточные воды с территории предприятия сетью ливневой канализации отводятся в городской ливневой коллектор. Дренажные сооружения на территории предприятия отсутствуют, а следовательно дренажные воды не образуются. При чистке колодцев (1 раз в год) образующийся шлам, который вывозят на полигон ТБО.

3. Предприятие отнесено к четвертой категории опасности с размером нормативной санитарно-защитной зоны 100 м. Жилые дома расположены на



расстоянии 120 м. в северном направлении. На предприятии присутствует 11 источников выбросов, один из которых не организованный.

4. Воздействию вредных выбросов подвержены, прежде всего, лица, непосредственно связанные с производственным процессом. К ним относятся ремонтные рабочие, занятые обслуживанием и ремонтом автобусов, водители автобусов, работники диспетчерской и вспомогательных служб. Кроме того, негативное влияние вредных выбросов испытывают на себе жители прилегающих к территории автобусных парков жилых массивов. Поэтому основное внимание при контроле источников вредных выбросов в атмосферу уделяется тому, чтобы концентрация веществ в воздухе не превышала установленных санитарными нормами предельно-допустимых концентраций.

5. Как показали расчеты, объемы загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу стационарными источниками и автобусным парком предприятия, превышают допустимые нормативы.

После проведенного анализа полученных данных о влиянии предприятия на окружающую среду, были предложены природоохранные мероприятия по снижению уровня воздействия от предприятия.

Были предложены мероприятия по реконструкции очистных сооружений предприятия, по восстановлению оборотной системы водоснабжения, а также по рациональному обращению с отходами.

Проведенная эколого-экономическая оценка предложенных мероприятий указала на положительный экономический эффект экологических мероприятий.

Таким образом, внедрение предложенных мероприятий позволит предприятию повысить экологичность своего производства, улучшить свои позиции в отношении окружающей природной среды, и получить экономическую выгоду в виде снижения экологических затрат предприятия.

## Список использованной литературы

1. Александров В.Ю., Кузубова Е.П., Яблокова Е.П. Экологические проблемы автомобильного транспорта. – М.: Наука, 2019. – 213 с.
2. Бондаренко Е.В. Дорожно-транспортная экология: учеб. пособие / Е.В. Бондаренко, Г.П. Дворников. – Оренбург: РИК ФГБОУ ОГУ, 2018. – 213 с.
3. Глухов В.В., Некрасова Т.П. Экономические основы экологии / В.В. Глухов. - СПб.: Изд-во Политехн. Ун-та, 2017. – 280 с.
4. Глушкова В.Г., Макар С.В. Экономика природопользования. - М.: Гардарики, 2019. – 314 с.
5. Глушкова В.Г. Экономические основы природопользования: учеб. пособие. – М.: Инфра-М, 2018. – 388 с.
6. Данилов-Данильян В.И. и др. Окружающая среда между прошлым и будущим: Мир и Россия: Опыт эколого-экономического анализа. - М.: Знание, 2017. - 233 с.
7. Денисов В.Н., Рогалев В.А. Проблемы экологизации автомобильного транспорта. – СПб.: МАНЭБ, 2019. – 311 с.
8. Калыгин В.Г. Промышленная экология. Курс лекций. - М.: Изд-во МНЭПУ, 2019. - 240 с.
9. Киреев Н.Г. Экономика и природная среда. - М.: Агар, 2018. – 224 с.
10. Лосев К.С., Горшков В.Г., Кондратьев К.С. и др. Проблемы экологии России. - М.: ВИНТИ, 2017. – 350 с.
11. Луканин В.Н. Промышленно-транспортная экология / В. Н. Луканин, Ю.В. Трофименко. – М.: Высш. шк., 2018. – 273 с.
12. Луканин В.Н., Буслаев А.П., Трофименко Ю.В. Автотранспортные потоки и окружающая среда. – М.: ИНФРА-М, 2019. – 408 с.
13. Мазур, И.И. Курс инженерной экологии. - М.: Высшая школа, 2017. – 447 с.
14. Медведев, В.Т. Охрана труда и промышленная экология / В.Т. Медведев.

- М.: Academia, 2018. - 206 с.
15. Мешечко, Е.Н. Основы экологии; Мн: Экоперспектива - М.: Академия, 2017. - 376 с.
16. Новиков Ю.В. Охрана окружающей среды. – М.: Высшая школа, 2017. - 287 с.
17. Новиков Ю.В., Голубев И.Р. Окружающая среда и транспорт. - М.: Транспорт, 2018. - 207 с.
18. Обращение с отходами на предприятиях автосервиса: учеб. пособие – Набережные Челны: ИНЭКА, 2019. – 278 с.
19. Пахомова, Н., Рихтер, К., Эндрес, А. Экологический менеджмент – СПб.: Питер:Библиоград, 2015. – 352с
20. Рябчинский А.И., Трофименко Ю.В., Шелмаков С.В. Экологическая безопасность автомобиля / Под ред. член-корр. РАН В.Н. Луканина. – М.: МАДИ-ТУ, 2018. – 295 с.
21. Семенова, И.В. Промышленная экология: учеб. пособие / И.В. Семенова. - М.: Академия, 2014. - 288 с.
22. Сорокин Н.Д. Охрана окружающей среды на предприятии. - СПб.: Фирма «Интеграл», 2017. – 210 с.
23. Стурман, В.И. Геоэкология: учеб. пособие / В.И. Стурман. - СПб.: Лань, 2018. - 228 с.
24. Техническая эксплуатация автомобилей: учеб. для вузов. 4-е изд., перераб. и дополн. / Е.С. Кузнецов, А.П. Болдин, В.М. Власов и др. - М.: Наука, 2019. - 535 с.
25. Шариков Л.П. Охрана окружающей среды / Л.П. Шариков. СПб.: изд-во Судостроение, 2020. – 560 с.
26. Шилов А.Н. Экология / А.Н. Шилов. – М: Наука, 2019. – 450 с.
27. Фомичева Е.В. Экономика природопользования: учеб. пособие. - М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2020. – 208 с.
28. Ховавко И.Ю. Экологическое регулирование автотранспорта. Итоги конференции «РИО + 20»: новые возможности. – М.: Полиграфия и

реклама, 2018. – 278 с.

29. Экологическая безопасность автомобильного транспорта / Е.В. Бондаренко, А.Н. Новиков, А.А. Филиппов, О.В. Чекмарёва, М.В. Коротков. - Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2017. – 239 с.
30. Ясовеев, М.Г. Промышленная экология: учеб. пособие / М.Г. Ясовеев, Э.В. Какарека, Н.С. Шевцова. - М.: Инфра-М, 2018. - 316 с.