ВСЕРОССИЙСКИЙ МОЛОДЕЖНЫЙ КОНКУРС ПО ПРОБЛЕМАМ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ, ЭКОЛОГИИ И БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

«ЮНЭКО»

Направление: Экология

Тема: Разработка инновационных инженерно-технических решений для минимизации ингредиентно-параметрического загрязнения в детских игровых зонах (на примере г. Белгорода)

Соискатель: Лежнева Виталина Александровна

Научный руководитель: Лежнева Елена Ивановна

Место выполнения работы:

2026

АННОТАЦИЯ

Близкое расположение детских игровых зон к оживленным городским магистралям является серьезной проблемой, затрагивающей множество аспектов безопасности, здоровья и развития детей.

Сегодня эксперты констатируют: по аналогии с воздухом и водой окружающая нас звуковая среда также может быть подвергнута загрязнению. Постоянное пребывание в шумной обстановке способствует высвобождению гормона стресса – кортизола, который повреждает кровеносные сосуды. Исследования показывают, что шумовое загрязнение может вести к депрессии, потере слуха, ожирению, диабету, гипертонии, вплоть до инфаркта и инсульта. Шум влияет на когнитивные способности у детей.

Исходя из этого, решение проблемы близкого расположения детских игровых зон к оживленным городским магистралям требует комплексного подхода со стороны городских властей, застройщиков, архитекторов и общественности.

Цель данного исследования является снижение уровня шумового и ингредиентного загрязнения на детских площадках городской территории.

Задачи, которые были поставлены для достижения цели:

1. Выявить основные источники воздействия на окружающую среду;
2. Зафиксировать текущие уровни шума и оценить загрязнение атмосферного воздуха;
3. Предложить инженерные и планировочные решения;
4. Оценить эффект от внедрения природоохранного мероприятия. Метод исследования: расчетно-экспериментальный.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4
1. ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ 5
1.1 Транспортный шум....5
1.2 Основные токсичные компоненты отработавших газов двигателей внутреннего сгорания 5
2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ....9
3. ИССЛЕДОВАНИЕ ИНГРЕДИЕНТНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИМАГИСТРАЛЬНОЙ ТЕРРИТОРИИ....10
4. ИННОВАЦИОННАЯ ЗАЩИТА ДЕТСКОЙ ПЛОЩАДКИ ОТ ИНГРЕДИЕНТНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ....13
ВЫВОДЫ....15
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ....16

ВВЕДЕНИЕ

Постоянно растущая интенсивность транспортных потоков ежегодно сопровождается усилением техногенной нагрузки на население современных городов. С увеличением количества транспортных средств и скорости их передвижения по улицам городов мировое сообщество определило шум как один из главных факторов, ухудшающих уровень жизни людей. Многие ученые в своих научных исследованиях не раз доказывали о важности контроля за уровнем шума, воздействующего на организм человека. Шум влияет на кровеносную, нервную и другие системы организма, вызывая различные заболевания у человека и ослаблению иммунитета в целом [1]. При воздействии шума на человека, уровень которого выше предельно-допустимых норм, происходит возникновение заболеваний, например, психическая депрессия, сердечно-сосудистые заболевания, язва, эндокринные сбои и т.д.

Проект направлен на исследование шумового загрязнения при эксплуатации автомобильного транспорта на локальном участке автомобильной дороги на территории города Белгорода и разработку природоохранного мероприятия, направленного на создание комфортных условий для жителей города на примагистральных территориях.

1. ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

1.1 Транспортный шум

Изменение количества транспортных средств на дорогах общего пользования, а именно увеличение автомобилей, приводит к увеличению концентрации шума, что требует незамедлительной разработки новых решений и мероприятий, направленных на усиление контроля за шумовым режимом в городской черте. Основная цель данных действий – это обеспечение защиты населения и сохранения его здоровья.

Нормативные эквивалентные уровни шума, которые обеспечивают акустический комфорт на территории жилой застройки, составляют 55 дБА в дневное время и 45 дБА в ночное время суток.

Горожане в течение продолжительного периода времени испытывают негативное воздействие шума. Именно поэтому, действие шума представляется им особенно опасным. Общий вклад транспортного шума в акустический фон жилой застройки оценивается примерно 60-80 %. Установлено, что шум от транспорта оказывает влияние на жителей, проживающих в окрестностях автодорог, в течение 15-18 часов ежедневно [2].

Из-за высокой интенсивности движения в центральной части города уровень шумовой нагрузки существенно выше. На рис. 1 показаны характеристики транспортных потоков и окружающей среды.

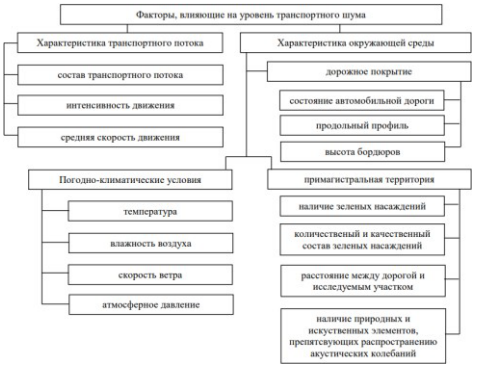


Рисунок 1 – Факторы, влияющие на уровень транспортного шума [3]

Система взаимодействия различных видов транспортных средств с дорогой создает сложный транспортный поток [3]. В соответствии с мнением ученых, транспортные средства в потоке можно рассматривать как предсказуемый и непрерывный процесс. Некоторые представляют его как стохастический процесс, так как прогнозирование на их основе возможно лишь с определенной вероятностью [4].

1.2 Основные токсичные компоненты отработавших газов двигателей внутреннего сгорания

Загрязнения воздуха подвижными источниками транспорта происходит в результате сжигания топлива. Химический состав выбросов зависит от вида и качества топлива, технологии производства, способа сжигания в двигателе и его технического состояния.

Транспортные средства для своей работы используют в основном топливо, получаемое из

нефти. В состав органической массы нефтяного топлива входят следующие химические элементы: углерод, водород, кислород, азот и сера. Негорючая часть топлива включает влагу и минеральные примеси. Продуктами полного сгорания топлива являются углекислый газ, водяной пар и диоксид серы. При недостаточном поступлении кислорода происходит неполное сгорание, в результате чего вместо углекислого газа образуется угарный газ.

Отработавшие газы двигателей внутреннего сгорания содержат около 200 компонентов. Период их существования длится от нескольких минут до 4-5 лет. На рис. 2 представлена классификация отработавших газов двигателей внутреннего сгорания (ДВС) [5].

По химическому составу и свойствам, а также характеру воздействия на организм человека все компоненты отработавших газов объединяют в группы [6].

Первая группа. В нее входят нетоксичные вещества: азот, кислород, водород, водяной пар, углекислый газ и другие естественные компоненты атмосферного воздуха. В этой группе заслуживает внимания углекислый газ (CO_2), содержание, которого в отработавших газах в настоящее время не нормируется, однако, вопрос об этом ставится в связи с особой ролью CO_2 в «парниковом эффекте».



Рисунок 2 – Классификация состава отработавших газов ДВС
CH – неканцерогенные углеводороды; RCHO – альдегиды; CO – оксид углерода; КУ – канцерогенные углеводороды; NO_X – оксиды азота; SO_X – оксиды серы

Вторая группа. К этой группе относят только одно вещество – оксид углерода, или угарный газ (CO). Продукт неполного сгорания нефтяных видов топлива не имеет цвета и запаха, легче воздуха. В кислороде и на воздухе оксид углерода горит голубоватым пламенем, выделяя много теплоты и превращаясь в углекислый газ.

Оксид углерода обладает выраженным отравляющим действием. Оно обусловлено его способностью вступать в реакцию с гемоглобином крови, приводя к образованию карбоксигемоглобина, который не связывает кислород. Вследствие этого нарушается газообмен в организме, появляется кислородное голодание и возникает нарушение функционирования всех систем организма. Отравлению угарным газом часто подвержены водители автотранспортных средств при ночевках в кабине с работающим двигателем или при прогреве двигателя в закрытом гараже. Характер отравления оксидом углерода зависит от концентрации в воздухе, длительности воздействия и индивидуальной восприимчивости человека. Легкая степень отравления вызывает пульсацию в голове, потемнение в глазах, повышенное сердцебиение. При тяжелом отравлении сознание затуманивается, возрастает сонливость. При очень больших дозах угарного газа (свыше 1 %) наступают потеря сознания и смерть.

Третья группа. В ее составе оксиды азота, главным образом NO – оксид азота и NO_2 – диоксид азота. Это газы, образующиеся в камере сгорания ДВС при температуре 2800 ^{0}C и давлении около 10 кгс/см^2. Оксид азота – бесцветный газ, не взаимодействует с водой и мало растворим в ней, не вступает в реакции с растворами кислот и щелочей. Легко окисляется кислородом воздуха и образует диоксид азота. При обычных атмосферных условиях NO полностью превращается в NO_2 – газ бурого цвета с характерным запахом. Он тяжелее воздуха, поэтому собирается в углублениях, канавах и представляет большую опасность при техническом обслуживании транспортных средств.

Для человеческого организма оксиды азота еще более вредны, чем угарный газ. Общий характер воздействия меняется в зависимости от содержания различных оксидов азота. При контакте диоксида азота с влажной поверхностью (слизистые оболочки глаз, носа, бронхов) образуются азотная и азотистая кислоты, раздражающие слизистые оболочки и поражающие альвеолярную ткань легких. При высоких концентрациях оксидов азота (0,004 0,008 %) возникают астматические проявления и отек легких. Вдыхая воздух, содержащий оксиды азота в высоких концентрациях, человек не имеет неприятных ощущений и не предполагает отрицательных последствий. При длительном воздействии оксидов азота в концентрациях, превышающих норму, люди заболевают хроническим бронхитом, воспалением слизистой желудочно-кишечного тракта, страдают сердечной слабостью, а также нервными расстройствами.

Вторичная реакция на воздействие оксидов азота проявляется в образовании в человеческом организме нитритов и всасывании их в кровь. Это вызывает превращение гемоглобина в метгемоглобин, что приводит к нарушению сердечной деятельности.

Оксиды азота оказывают отрицательное воздействие и на растительность, образуя на листовых пластинах растворы азотной и азотистой кислот. Этим же свойством обусловлено влияние оксидов азота на строительные материалы и металлические конструкции. Кроме того, они участвуют в фотохимической реакции образования смога.

Четвертая группа. В эту наиболее многочисленную по составу группу входят различные углеводороды, то есть соединения типа C_xH_y. В отработавших газах содержатся углеводороды различных гомологических рядов: парафиновые (алканы), нафтеновые (цикланы) и ароматические (бензольные), всего около 160 компонентов. Они образуются в результате неполного сгорания топлива в двигателе.

Несгоревшие углеводороды являются одной из причин появления белого или голубого дыма. Это происходит при запаздывании воспламенения рабочей смеси в двигателе или при пониженных температурах в камере сгорания.

Углеводороды токсичны и оказывают неблагоприятное воздействие на сердечно-сосудистую систему человека. Углеводородные соединения отработавших газов, наряду с токсическими свойствами, обладают канцерогенным действием. Канцерогены – это вещества, способствующие возникновению и развитию злокачественных новообразований.

Особой канцерогенной активностью отличается ароматический углеводород бензапирен $C_{20}H_{12}$, содержащийся в отработавших газах бензиновых двигателей и дизелей. Он хорошо растворяется в маслах, жирах, сыворотке человеческой крови. Накапливаясь в организме человека до опасных концентрации, бензапирен стимулирует образование злокачественных опухолей.

Углеводороды под действием ультрафиолетового излучения Солнца вступают в реакцию с оксидами азота, в результате образуются новые токсичные продукты – фотооксиданты, являющиеся основой «смога».

Пятая группа. Ее составляют альдегиды – органические соединения, содержащие альдегидную группу связанную с углеводородным радикалом (CH_3, C_6H_5 и др.).

В отработавших газах присутствуют в основном формальдегид, акролеин и уксусный альдегид. Наибольшее количество альдегидов образуется на режимах холостого хода и малых нагрузок, когда температуры сгорания в двигателе невысокие.

Формальдегид HCHO – бесцветный газ с неприятным запахом, тяжелее воздуха, легко растворим в воде. Он раздражает слизистые оболочки человека, дыхательные пути, поражает центральную нервную систему. Обуславливает запах отработавших газов, особенно у дизелей.

Акролеин CH_2=CH-CH=O, или альдегид акриловой кислоты, - бесцветный ядовитый газ с запахом подгоревших жиров. Оказывает воздействие на слизистые оболочки.

Уксусный альдегид CH_3CHO – газ с резким запахом и токсичным действием на человеческий организм.

Шестая группа. В нее выделяют сажу и другие дисперсные частицы (продукты износа двигателей, аэрозоли, масла, нагар и др.). Сажа – частицы твердого углерода черного цвета, образующиеся при неполном сгорании и термическом разложении углеводородов топлива. Она не представляет непосредственной опасности для здоровья человека, но может раздражать дыхательные пути. Создавая дымный шлейф за транспортным средством, сажа ухудшает видимость на дорогах. Наибольший вред сажи заключается в адсорбировании на ее поверхности бензапирена, который в этом случае оказывает более сильное негативное воздействие на организм человека, чем в чистом виде.

Седьмая группа. Представляет собой сернистые соединения – такие неорганические газы, как сернистый ангидрид, сероводород, которые появляются в составе отработавших газов двигателей, если используется топливо с повышенным содержанием серы. Значительно больше серы присутствует в дизельных топливах по сравнению с другими видами топлив, используемых на транспорте.

Сернистые соединения обладают резким запахом, тяжелее воздуха, растворяются в воде. Оказывают раздражающее действие на слизистые оболочки горла, носа, глаз человека, могут привести к нарушению углеводного и белкового обмена и угнетению окислительных процессов, при высокой концентрации (свыше 0,01 %) – к отравлению организма. Сернистый ангидрид губительно воздействует и на растительный мир.

Негативное воздействие на экосистемы оказывают не только рассмотренные компоненты отработавших газов двигателей, выделенные в группы, но и сами углеводородные топлива, масла и смазки. Обладая большой способностью к испарению.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ

Город Белгород является крупным административным и промышленным центром Центрально-Черноземного региона с высокой плотностью автомобилизации. Улично-дорожная сеть (УДС) города сформирована радиально-кольцевой системой, что концентрирует основные транспортные потоки на ключевых артериях.

К наиболее загруженным магистралям города относятся проспект Богдана Хмельницкого, улицы Щорса, Губкина и Волчанская. На данных участках интенсивность движения в часы пик превышает 3000 единиц в час, что создает стабильно высокий уровень шумового загрязнения.

Объектом детального исследования в данной работе выбран локальный участок примагистральной территории, прилегающий к жилому дому по ул. Губкина, 54 (рис. 3).



Рисунок 3 – Расположение объекта исследования на карте города

В непосредственной близости от проезжей части расположена детская игровая площадка, что делает данный объект критически важным с точки зрения соблюдения санитарно-гигиенических норм.

Для получения достоверных данных о состоянии окружающей среды был применен комплексный методический подход, включающий натурные измерения и расчетно-аналитические этапы.

Этапы проведения исследования:

1. Подготовительный. Проведение инвентаризации источников загрязнения, анализ морфологического состава потока, оценка геометрии дорожного полотна и состояния прилегающей застройки.
2. Экспериментальный. Осуществление натурных замеров уровней звукового давления в различные временные интервалы.
3. Аналитико-прогностический. Обработка полученных данных, моделирование акустического поля.

3. ИССЛЕДОВАНИЕ ИНГРЕДИЕНТНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИМАГИСТРАЛЬНОЙ ТЕРРИТОРИИ

Для оценки шумового загрязнения окружающей среды автотранспортом был выбран типичный участок городской территории в г. Белгород. Исследования проводились на локальном участке ул. Губкина.

Исследование проводилось в последовательности, представленной на рис. 4.

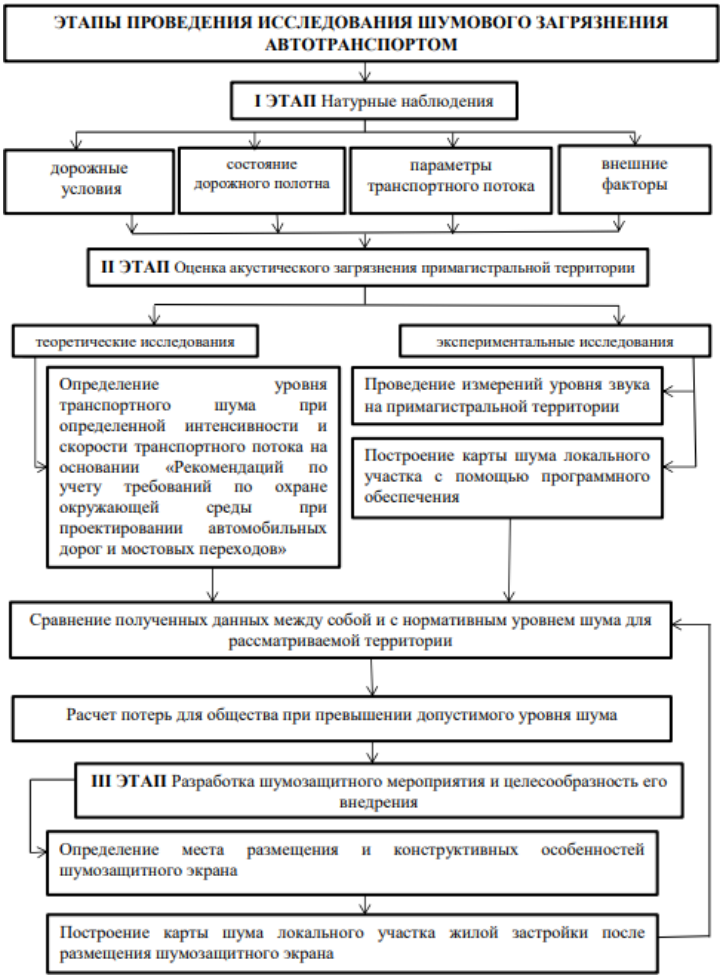


Рисунок 4 – Этапы проведения исследования

На I этапе исследования производилась оценка состояния дорожного полотна и тротуаров, осуществлялись замеры, оценивалась растительность вблизи дороги (наличие деревьев, кустарников, газонов), в том числе исследовался и тип застройки домов на рассматриваемом участке.

Далее была схематично отображена территория внутри жилой застройки и оценены основные показатели для участка дороги по ул. Губкина, 54 (табл. 1).

Таблица 1 – Характеристика дорожных условий рассматриваемого участка автомобильной дороги

Показатель	Характеристика
продольный уклон, $^0/_{00}$	6
покрытие	асфальтобетон
количество полос	6
расстояние до детской площадки, м	11
длина участка, м	535

Также в ходе исследования установили интенсивность и состав транспортного потока автомобилей. Был проведен анализ количества автомобилей и их распределение по всей исследуемой территории возле жилой застройки (табл. 2). На основе этого далее была дана оценка экологической ситуации и соответствие установленным санитарным нормам и предельно-допустимым концентрациям.

Таблица 2 – Состав транспортного потока в пиковый период

Средняя интенсивность движения, авт./ч			
легковые	грузовые	автобусы	спецтехника
1204	123	31	62
Процентное отношение, %			
84,8	8,6	2,2	4,4

На II этапе исследования для обеспечения полноты научных исследований было принято решение получить уровень шума экспериментальным методом. По результатам измерения уровня звука в разных точках примагистральной территории по ул. Губкина, 54 было установлено превышение допустимого уровня шума на детской площадке. Также для данного участка была построена карта шума (рис. 5) и рассчитан ущерб для населения при превышении допустимого уровня шума согласно санитарных норм. Установлено, что ущерб от шума может составлять около 3120 руб./ч на 100 человек населения.

III этап исследования был посвящен выявлению наиболее перспективного направления защиты детской площадки от транспортного шума и токсичных веществ отработавших газов двигателей внутреннего сгорания в связи с тем, что несмотря на то, что норма соблюдена и детская площадка находится в 15 метрах от дороги, из-за уклона дороги в 6 % и высокой интенсивности движения уровень загрязнения фактически не соответствует зоне, находящейся в 5 метрах от дороги с 0 % уклона. Так при учете розы ветров для г. Белгорода было установлено, что в теплые месяцы года преобладают ветра, которые будут переносить загрязняющие вещества непосредственно на детскую игровую площадку (рис. 6). Детская площадка находится на склоне и поэтому выхлопные газы при движении машин в гору концентрируются в приземном слое именно там, где играют дети, а двигатели, работающие на повышенных оборотах, создает шум на 3-6 дБА выше (рис. 7).

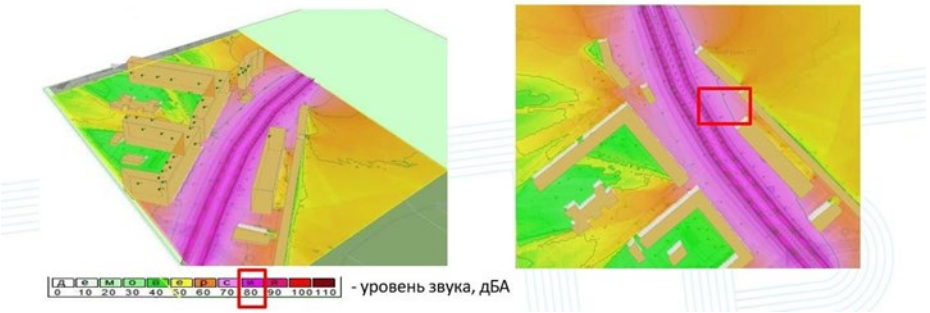


Рисунок 5 – Карта шума исследуемого участка

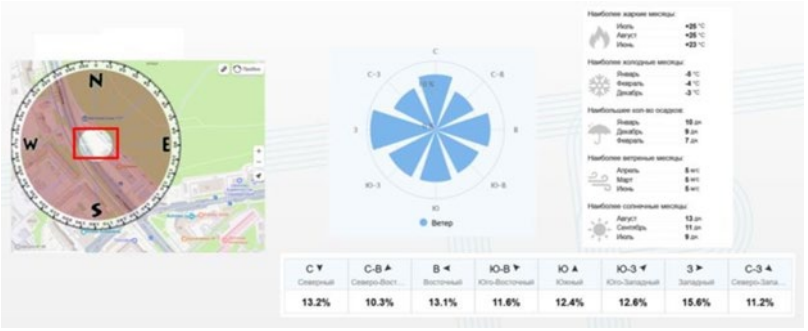


Рисунок 6 – Погодно-климатические условия

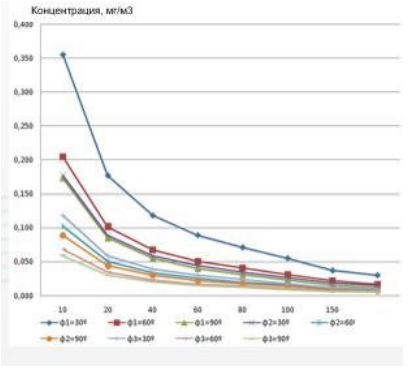


Рисунок 7 – Изменение концентрации диоксида азота при удалении от проезжей части: ϕ1, ϕ2, ϕ 3 – угол между направлением ветра и продольной осью дороги при скорости ветра соответственно 1, 2, 3 м/с

4. ИННОВАЦИОННАЯ ЗАЩИТА ДЕТСКОЙ ПЛОЩАДКИ ОТ ИНГРЕДИЕНТНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Разработана полезная модель шумозащитного экрана, которая может быть использована для защиты от шума, звуковых волн и химических соединений отработанных газов двигателей внутреннего сгорания городской среды, жилых зданий и мест отдыха горожан.

Комбинированный шумозащитный экран монтируется на фундаменте, в адсорбирующий слой которого добавляются наночастицы катализатора – диоксида титана, которые под воздействием ультрафиолетовых лучей солнечного света активируют кислород в окружающем воздухе, взаимодействующий с оксидами азота и образует ионы нитрита, которые в свою очередь, взаимодействуя с известью в цементе, превращаются в нитрат и смываются водой. Добавление диоксида титана в цемент также улучшает механические свойства получаемых бетонов. В конструкции используется набор акустических панелей, установленных с образованием параллелепипедов, полости которых заполнены звукопоглощающими материалами, и имеют перфорацию, выполненную на стенках панелей, обращенных к источникам звука и выброса загрязняющих веществ. В качестве звукопоглощающего наполнителя используются углеродные материалы с волокнистой структурой, а также в виде пористых плит. Для придания легкости конструкции рекомендована вставка прозрачной панели из полиметилакрилата или специализированного стратифицированного стекла.

Предложенная модель позволяет адсорбировать вредные вещества отработанных газов двигателей внутреннего сгорания, отражать и поглощать звуковые волны и обеспечивать условия безопасности дорожного движения.

Построенная карта шума после внедрения природоохранного мероприятия указывает на эффективность размещения шумозащитного экрана на примагистральной территории для рассматриваемого объекта (рис. 8).

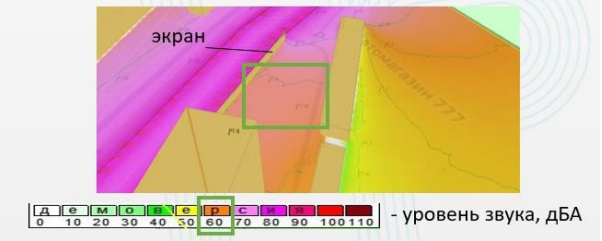


Рисунок 8 – Карта шума исследуемого участка при наличии шумозащитного экрана

Также на детской площадке предлагается разместить систему контроля уровня шума (светофор-индикатор), который будет отслеживать уровень звука и менять индикатор цвета: когда на площадке уровень звука в пределах нормы индикатор горит зеленым цветом, желтым по мере повышения шума и красным, если уровень шума выше санитарных норм. Сфетофор-индикатор уровня шума может подавать сигналы, когда уровень шума станет слишком высоким (рис. 9).



Рисунок 9 – Пример работы светофора-индикатора уровня шума

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что детская площадка, расположенная по адресу ул. Губкина,54, подвержена повышенным уровням звука и находится в зоне акустического дискомфорта (уровень шума 80 дБА), что превышает допустимый уровень шума – 70 дБА.
2. Оценка загрязнения примагистральной территории оксидами азота показала, что на территории детской площадки концентрация диоксида азота может превышать максимально-разовую предельно-допустимую концентрацию так как площадка находится ниже уровня автомобильной дороги.
3. Предложена установка комбинированного шумозащитного экрана, состоящего из шумопоглощающих и шумоотражающих панелей протяженностью 42 м, что позволит снизить уровень шумовой нагрузки на территорию детской площадки примерно на 10-15 дБА.
4. Предложенный инновационный шумозащитный экран отличается тем, что устанавливается на фундаменте, в адсорбирующий слой которого добавляются наночастицы катализатора – диоксида титана, которые под воздействием ультрафиолетовых лучей солнечного света активируют кислород в окружающем воздухе, взаимодействующий с оксидами азота и образуются ионы нитрита, которые в свою очередь, взаимодействуя с известью в цементе, превращаются в нитрат и смываются водой. Также в конструкции используется набор акустических панелей, установленных с образованием параллелепипедов, полости которых заполнены звукопоглощающими материалами, и имеют перфорацию, выполненную на стенках панелей, обращенных к источнику звука и выброса загрязняющих веществ. В качестве наполнителя предлагается использовать углеродные материалы с волокнистой структурой, а также в виде пористых плит, которые будут нейтрализовать токсичные компоненты отработавших газов и поглощать звуковые волны. Для придания легкости конструкции рекомендована вставка прозрачной панели из полиметилакрилата или специализированного стратифицированного стекла. Также разработана система контроля уровня шума (светофор-индикатор).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Троян, Н. И. ВЗАИМОСВЯЗЬ ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ, ТРЕВОЖНОСТИ И ДЕПРЕССИИ / Н. И. Троян, К. А. Ланяк, В. В. Черкашина // Молодёжь Сибири – науке России: Международная научно-практическая конференция, Красноярск, 29 апреля 2013 года – Красноярск: Негосударственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Сибирский институт бизнеса, управления и психологии", 2013. – С. 505-508.

2. Горина, Л. Н. Экологический мониторинг дорожной инфраструктуры города / Л. Н. Горина, М. Д. Чивилева, Т. Ю. Фрезе // Вестник НЦБЖД. – 2019. – № 1(39). – С. 88-95.

3. Плешкова, О. А. К вопросу моделирования систем управления транспортным потоком / О. А. Плешкова, Д. В. Шевцов // Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса Материалы Международной научной конференции студентов и молодых ученых. Посвящена 80-летию ДонНУ, Донецк, 17–20 октября 2017 года – Донецк: Издательство Донецкого национального университета, 2017. – С. 71-73.

4. Недяк, А. В. Классификация методов моделирования транспортных потоков / А. В. Недяк, О. Ю. Рудзейт, А. Р. Зайнетдинов // Вестник евразийской науки. – 2019. – Т. 11, № 6. – С. 78.

5. Исследование экологических параметров бензинового ДВС при имитации различных режимов нагружения / А. В. Гриценко, К. В. Глемба, О. Н. Ларин [и др.] // Транспорт Урала. – 2018. – № 3(58). – С. 58-63.

6. Генералов, И. С. Показатели токсичности отработавших газах в дизеле Д-240 при работе на природном газе / И. С. Генералов // Тепловые двигатели, автомобили и тракторы: Материалы II Международной студенческой научной конференции имени профессора А.М. Гуревича: Сборник научных трудов, Киров, 29 марта 2022 года. – Киров: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Вятский государственный агротехнологический университет, 2022. – С. 214-215.