

Учебное пособие

И.В. Федотова, А.В. Зуев, И.А. Потапова
А.Л. Орлов

МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА И ОЦЕНКИ РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ, ПРОЖИВАЮЩЕГО ВБЛИЗИ АВТОМАГИСТРАЛЕЙ

Нижний Новгород
2022



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ЗАЩИТЕ ПРАВ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ
И БЛАГОПОЛУЧИЯ ЧЕЛОВЕКА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
«НИЖЕГОРОДСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ГИГИЕНЫ И ПРОФПАТОЛОГИИ»



И.В. Федотова, А.В. Зуев, И.А. Потапова, А.Л. Орлов

**МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА И ОЦЕНКИ РИСКА
ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ,
ПРОЖИВАЮЩЕГО ВБЛИЗИ АВТОМАГИСТРАЛЕЙ**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Нижний Новгород
2022

УДК 613
ББК 51.1:39.311я73
М54

М54

Методы мониторинга и оценки риска для здоровья населения, проживающего вблизи автомагистралей: учебное пособие / Федотова И.В., Зуев А.В., Потапова И.А., Орлов А.Л. – Нижний Новгород: Изд-во «Медиаль», 2022. – 84 с.

ISBN 978-5-6046124-6-0

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Поздеева Татьяна Васильевна – декан медико-профилактического факультета и факультета высшего сестринского образования, заведующий кафедрой экономики, менеджмента и медицинского права ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России, доктор медицинских наук, доцент.

Радченко Ольга Рафаиловна – профессор кафедры профилактической медицины и экологии человека ФПК и ППС ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России, доктор медицинских наук.

Учебное пособие рекомендовано к использованию в учебном процессе Методической комиссией Центра дополнительного профессионального медицинского образования ФБУН «Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии» Роспотребнадзора, протокол от 17.01.2022 № 1, председатель – Позднякова Марина Александровна – доктор медицинских наук, профессор.

Актуальность настоящего издания обусловлена тем, что автотранспорт и объекты автодорожного комплекса становятся сегодня приоритетными источниками загрязнения атмосферного воздуха – основного экологического фактора, влияющего на здоровье населения.

Цель учебного пособия – оказание методической и практической помощи специалистам в вопросах оценки и прогнозирования риска развития неблагоприятных эффектов у населения от влияния шума и выбросов от автотранспорта.

В учебном пособии на основе анализа действующих нормативных и методических документов, научной литературы, даны практические рекомендации по организации и проведению мониторинга химического и акустического загрязнения атмосферного воздуха на прилегающей к автодорогам территории. Подробно изложены подходы к расчетам и оценкам потенциального риска для здоровья населения, обусловленного загрязнением атмосферного воздуха химическими веществами и шумом.

Представленные материалы предназначены для углубленного изучения профильных гигиенических дисциплин на додипломном этапе обучения студентов медицинских вузов, а также при подготовке ординаторов и аспирантов.

Материалы рекомендуются к включению в дополнительные профессиональные образовательные программы в системе непрерывного медицинского образования – для курсов повышения квалификации и профессиональной подготовки специалистов медико-профилактического профиля: врачей – гигиенистов, сотрудников органов и учреждений Роспотребнадзора, научных работников, преподавателей вузов.

ISBN 978-5-6046124-6-0



9 785604 612460

© Федотова И.В., Зуев А.В., Потапова И.А., Орлов А.Л., 2022
© Издательство «Медиаль», 2022

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	10
Раздел 1. Этапы и задачи оценки риска для здоровья населения, обусловленного воздействием автомобильного транспорта.....	15
1.1 Идентификация опасности, сбор и анализ данных об источниках и условиях загрязнения атмосферного воздуха.....	16
1.2 Выявление приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха для контроля на примагистральных территориях	20
1.3 Характеристика и анализ источников транспортного шума, воздействующего на население.....	26
1.4 Оценка экспозиции химического и акустического загрязнения от автотранспорта.....	28
1.5 Организация мониторинга состояния атмосферного воздуха на примагистральных территориях.....	29
1.6 Оценка экспозиции шума и организация мониторинга за шумовой нагрузкой	34
Раздел 2. Характеристика риска здоровью населения, обусловленного воздействием атмосферных загрязнений от автотранспорта.....	39
2.1 Характеристика неканцерогенного риска здоровью при острых и хронических воздействиях выбросов от автотранспорта.....	39
2.1.1 Расчет потенциального риска немедленного (рефлекторного) действия.....	42
2.1.2 Расчет потенциального риска длительного (хронического) воздействия.....	44
2.1.3 Расчет и оценка комбинированного риска.....	45
2.1.4 Оценка результатов расчетов потенциального риска развития негативных эффектов при воздействии загрязняющих атмосферный воздух веществ.....	45
2.2 Характеристика канцерогенного риска, обусловленного выбросами от автотранспорта.....	46
2.3 Использование программного обеспечения для осуществления расчетов по оценке риска от воздействия атмосферных загрязнений.....	49
Раздел 3. Оценка потенциального риска развития неблагоприятных эффектов у населения примагистральных территорий от воздействия автотранспортного шума.....	53
3.1 Оценка результатов расчетов потенциального риска от воздействия транспортного шума.....	54
3.2 Использование программного обеспечения для расчета риска для здоровья населения при воздействии транспортного шума.....	55
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	59

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	61
РЕКОМЕНДУЕМЫЕ НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ.....	64
Приложение А. Схема 1. Алгоритм оценки потенциального риска для здоровья населения от воздействия загрязненного автотранспортом атмосферного воздуха.....	66
Приложение А.1 Схема 2. Алгоритм оценки потенциального риска для здоровья населения от воздействия автотранспортного шума.....	67
Приложение Б. Форма (рекомендуемая) полевого журнала наблюдения за составом и интенсивностью транспортного потока	68
Приложение В. Сведения о критических органах/системах, поражаемых на уровне пороговых доз (концентраций) для некоторых загрязняющих веществ.....	69
Приложение Г. Методическое обеспечение исследований по определению содержания в атмосферном воздухе взвешенных частиц, оксид углерода, диоксид азота, формальдегида, металлов, бенз(а)пирена.....	70
Приложение Д. Пример расчета потенциальных рисков от воздействия автотранспортного шума на участке наблюдения.....	72
Приложение Е. Расчет коэффициента опасности для оценки риска развития нарушений в критических органах и системах при остром воздействии отдельных веществ и индекса опасности при их комбинированном воздействии.....	73
Раздел 4. КОНТРОЛИРУЮЩИЕ ЗАДАНИЯ.....	75
4.1 Контрольные вопросы.....	75
4.2 Тестовые задачи (вопросы)	76
4.3 Задания для самостоятельной работы.....	80
4.4 Ключи к тестовым заданиям (вопросам) и ответы на задания для самостоятельной работы.....	81
Сведения об авторах.....	83

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

А – автобусы

АМ – автофургоны и микроавтобусы

БОД – болезни органов дыхания

БП – бенз(а)пирен

БСК – болезни системы кровообращения

Г – грузовые автомобили

ДВС – двигатели внутреннего сгорания

ИКВ – индекс качества воздуха

ИТП – интенсивность транспортного потока

Л – легковые автомобили

МАИР – Международное агентство по изучению рака

МР – методическое руководство

ПАУ – полициклические ароматические углеводороды

ПДК – предельно-допустимая концентрация

СГМ – социально-гигиенический мониторинг

ТП – транспортный поток

ТЧ – твердые частицы

ФА – формальдегид

HI – hazard index – индекс опасности

HQ – hazard quotient – коэффициент опасности

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Анализ риска – процесс получения информации, необходимой для предупреждения негативных последствий для здоровья населения, состоящий из трех компонентов: оценка риска, управление риском, информирование о риске.

Вредное воздействие на человека – воздействие факторов среды обитания, создающее угрозу жизни или здоровью человека либо угрозу для жизни и здоровья будущих поколений (ст. 1 Федерального закона «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ).

Вредный эффект для здоровья – изменения в морфологии, физиологии, росте, развитии или продолжительности жизни организма, популяции или потомства, проявляющиеся в ухудшении функциональной способности или способности компенсировать дополнительный стресс, или в повышении чувствительности к воздействиям других факторов среды обитания.

Загрязнение атмосферного воздуха – поступление в атмосферный воздух или образование в нем вредных (загрязняющих) веществ в концентрациях, превышающих установленные государством гигиенические и экологические нормативы качества атмосферного воздуха.

Идентификация опасности – этап оценки риска, предусматривающий выявление всех потенциально опасных факторов, оценку весомости доказательств их способности вызывать определенные вредные эффекты у населения при предполагаемых условиях воздействия, а также отбор приоритетных факторов, подлежащих углубленному исследованию в процессе оценки риска.

Индекс опасности (hazard index – HI) – сумма коэффициентов опасности для загрязняющих веществ с однородным механизмом действия

или сумма коэффициентов опасности для разных путей поступления загрязняющего вещества.

Интенсивность движения – количество транспортных средств, проходящих через поперечное сечение автомобильной дороги в единицу времени (за сутки или за один час).

Коэффициент опасности (hazard quotient – HQ) – отношение воздействующей дозы (или концентрации) загрязняющего вещества к его безопасному (референтному) уровню воздействия.

Критические органы или системы – те органы или системы, в которых при возрастании уровня дозы возникает первый вредный эффект или его известный предвестник.

Оценка риска для здоровья человека – это количественная и/или качественная характеристика вредных эффектов, способных развиваться в результате воздействия факторов среды обитания человека на конкретную группу людей при специфических условиях экспозиции.

Примагистральные территории – территория, примыкающая к магистральным улицам общегородского значения на отрезках, соединяющих центр города с городским узлом или городские узлы между собой (СП 42.13330.2016 с изм. 19.09.2019 – Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89).

Разовая концентрация примеси в атмосфере – концентрация примеси в атмосфере, определяемая по пробе, отобранной за 20–30-минутный интервал.

Референтные (безопасные) уровни воздействия (доза или концентрация) – нормативная величина при непрерывном ингаляционном воздействии на человеческую популяцию (включая чувствительные подгруппы), при которой не наблюдается заметный риск вредных не канцерогенных эффектов на протяжении всей жизни.

Риск для здоровья – вероятность развития угрозы жизни или здоровью человека либо угрозы жизни или здоровью будущих поколений, обусловленная воздействием факторов среды обитания.

Риск потенциальный – вероятность возникновения неблагоприятных последствий для организма человека при заданных условиях:

- немедленных эффектов, проявляющихся непосредственно в момент воздействия (неприятные запахи, раздражающие эффекты, различные физиологические реакции и др.);

- длительного (хронического) воздействия, проявляющегося при накоплении достаточной для этого дозы в росте неспецифической патологии и т.д.;

- специфического действия, проявляющегося в возникновении специфических заболеваний или канцерогенных, иммуно-, эмбриотоксических и других подобных эффектов.

Риск приемлемый – уровень риска развития неблагоприятного эффекта, который не требует принятия дополнительных мер к его снижению.

Социально-гигиенический мониторинг – государственная система наблюдения, анализа, оценки и прогноза состояния здоровья населения и среды обитания человека, а также определения причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и воздействием на него факторов среды обитания человека для принятия мер по устранению вредного воздействия на здоровье человека факторов среды обитания.

Транспортный поток – совокупность транспортных средств, одновременно участвующих в движении по автомобильной дороге в одном направлении.

Управление риском – процесс принятия решений, включающий рассмотрение политических, социальных, экономических и технических факторов совместно с соответствующей информацией об оценке риска с целью разработки оптимальных решений по устранению или снижению уровней риска.

Факторы риска – факторы, провоцирующие или увеличивающие риск развития определенных заболеваний; некоторые факторы могут являться наследственными или приобретенными, но в любом случае их влияние проявляется при определенном воздействии.

Характеристика риска – установление источников возникновения и степени выраженности рисков при конкретных сценариях и маршрутах воздействия изучаемых факторов. Данный этап оценки риска интегрирует информацию, полученную на предшествующих этапах, с целью ее последующего использования на стадии управления риском.

Экспозиция (уровень воздействия) – контакт организма (рецептора) с химическим, физическим или биологическим агентом.

ВВЕДЕНИЕ

В 21 веке города являются средой обитания для большинства населения планеты. В результате высокой концентрации населения в городах, складывающиеся условия проживания не позволяет удовлетворить многие биологические и социальные потребности жителей, что может оказывать отрицательное воздействие на здоровье и благополучие человека. По данным ВОЗ риски здоровью в связи с влиянием окружающей среды составляют значительную долю глобального бремени болезней – до 23% всех случаев смертей (около 12,6 млн случаев в год) и до 22% заболеваний (596 млн случаев в год).

Неблагоприятная для здоровья населения ситуация в городах в большой степени зависит от состояния воздушной среды. Качеству воздуха в настоящее время, как к фактору, от которого зависит здоровье населения, во всем мире придают большое значение. С влиянием загрязнённого атмосферного воздуха связывают около трёх миллионов смертей ежегодно. Современным показателем, по которому возможно провести сравнение степени опасности городской среды, является индекс качества воздуха (ИКВ) (airqualityindex – AQI). В значительной мере ИКВ зависит от интенсивности дорожного движения. Для его вычисления используются данные о фактическом или расчетном загрязнении воздуха и показатели состояния здоровья.

К основным источникам загрязнения воздуха относятся неэффективные виды транспорта, сжигание топлива и мусора, угольные электростанции и работа промышленных предприятий. Подавляющее большинство исследований касаются заболеваний организма человека, возникающих в результате воздействия углеродного загрязнения от транспорта. Меньшее число изысканий посвящено влиянию транспортной пыли, в том числе от автострад, и частицам, возникающим при торможении и износе шин, которые также вносят определённый вклад в возникновение экологической патологии.

При эксплуатации автомобилей в атмосферный воздух поступают широкий спектр токсичных элементов, которые максимально концентрируются в приземном слое атмосферы на прилегающих к автомагистральям территориях на уровне дыхания человека. Состав и количество загрязняющих воздух веществ изменяется от вида и качества топлива, интенсивности транспортных потоков, их структуры и скорости движения, состояния дорожного покрытия, температуры окружающей среды и т.д. Загрязненный различными химическими соединениями атмосферный воздух является доминирующим экологическим фактором, влияющим на здоровье населения. Вредные вещества, содержащиеся в выбросах автотранспорта, могут приводить к возникновению различных нарушений состояния здоровья у жителей прилегающих территорий, в том числе: системы кровообращения, органов дыхания, нервной системы, процессов кроветворения, печени, почек, иммунной системы, новообразований и др. [1, 2, 3, 4].

В последние годы в Российской Федерации отмечается снижение уровней загрязнения атмосферного воздуха, способных вызвать наиболее тяжелые нарушения здоровья. К сожалению, значимыми факторами риска качества атмосферного воздуха продолжают оставаться взвешенные вещества, оксиды азота, диоксид серы, бенз(а)пирен, ароматические углеводороды, фтор и его соединения, хлор и его соединения, аммиак, фенол, формальдегид, тяжелые металлы.

Вторым по значимости влияния на окружающую среду фактором после химического является шум. Характерная особенность автотранспортного шума состоит в том, что его воздействию, практически круглосуточно, подвергаются все категории жителей, а также водители и пассажиры транспортных средств. Высокие уровни звука от автотранспортных потоков способствуют формированию зон акустического дискомфорта в прилегающей к автодорогам жилой зоне и являются существенным фактором риска для здоровья населения. Последствиями продолжительного

воздействия на человека, даже не значительных уровней шума, могут быть раздражение, бессонница, сердечно-сосудистые заболевания, когнитивные нарушения, вегетососудистая дистония, нарушения обмена веществ, ухудшение психического здоровья. Учитывая вышесказанное, контроль за химической и шумовой нагрузкой на примагистральных территориях и оценка последствий их неблагоприятного воздействия на население, с целью принятия предупредительных мер для сохранения здоровья, является актуальной практической задачей [5, 6, 7].

Основным инструментом выявления опасностей и связанных с ними последствий для здоровья человека, является методология оценки рисков. Основные положения этой методологии в России изложены в методических документах: «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (Р 2.1.10.1920-2004), методические рекомендации «Количественная оценка неканцерогенного риска при воздействии химических веществ на основе построения эволюционных моделей» (МР 2.1.10.0062-12), методические рекомендации «Оценка качества атмосферного воздуха и анализ риска здоровью населения в целях принятия обоснованных управленческих решений в сфере обеспечения качества атмосферного воздуха и санитарно-эпидемиологического благополучия» (МР 2.1.10.0156-19), методические рекомендации «Оценка риска здоровью населения от воздействия транспортного шума» (МР 2.1.10.0059-12). Указанные документы используются специалистами при решении вопросов по установлению причинно-следственных связей между факторами окружающей среды и здоровьем населения для обоснования решений по управлению риском. Методология оценки риска играет важную роль в отборе приоритетных факторов внешней среды для мониторинга, определении точек, средств, периодичности и показателей для контроля экспозиций, обосновании выбора индикаторных показателей.

К сожалению универсального руководящего документа, объединяющего в себе все необходимые сведения и рекомендации по оценке и прогнозированию риска для здоровья населения от воздействия химического и шумового фактора, источником которых является основной «загрязнитель» городской среды – автомобильный транспорт, пока нет.

В этой связи, основная цель авторов настоящего пособия состоит в том, чтобы на основе анализа научной и методической литературы, с учетом собственного опыта проведения научно – исследовательских работ по данной тематике, дать рекомендации практическим специалистам по мониторингу и оценке потенциального риска развития неблагоприятных эффектов у населения от вредного воздействия автомобильного транспорта.

Необходимо отметить, что процедура оценки риска для здоровья населения от воздействия загрязнений атмосферного воздуха по полной схеме – это долгосрочное, трудоемкое и достаточно затратное исследование на основе использования результатов социально-гигиенического мониторинга, данных эпидемиологических исследований, медицинской статистики, продолжительностью не менее 3–5 лет. При этом доказательный результат, необходимый для обоснования предупредительных мер и управленческих решений по снижению риска, можно получить только на заключительном этапе оценочных работы.

В ряде случаев, например с целью проведения ориентировочной (скрининговой) характеристики уровней рисков, руководящие документы, допускают сокращение этапов исследований. С учетом этих допущений, в рамках настоящего учебного пособия предлагается и описывается сокращенная схема, предусматривающая ускоренную характеристику прогнозируемого риска (экспресс-оценку) на основе наличия ограниченных данных, полученных в ходе исследований в течение 1 года. В пособии содержатся также рекомендации по организации мониторинга химического и акустического загрязнения, определению точек и периодичности контроля экспозиций на участках наблюдения, расчету и оценке неканцерогенного и

канцерогенного риска для здоровья населения, обусловленного загрязнением атмосферного воздуха автотранспортом.

Описанный в учебном пособии подход к оценке риска, позволяет в короткие сроки получить предварительную характеристику потенциального риска и уточнить задачи исследований на участках наблюдения:

- определить необходимость и целесообразность проведения дальнейших исследований по полной (базовой) схеме;
- сфокусировать свою работу на «проблемных» по уровню риска участках;
- разработать неотложные меры по снижению высоких и (или) опасных уровней риска.

Материалы, содержащиеся в пособии, будут полезны специалистам, в сферу профессиональной деятельности которых, входят вопросы гигиенической оценки влияния состояния окружающей среды на человека и оценки риска здоровью населения.

РАЗДЕЛ 1. ЭТАПЫ И ЗАДАЧИ ОЦЕНКИ РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ, ОБУСЛОВЛЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЕМ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

Полная (базовая) схема оценки риска предусматривает проведение четырех взаимосвязанных этапов: идентификация опасности, оценка экспозиции, оценка зависимости «доза-ответ» и характеристика риска. Основная задача оценки риска состоит в получении и обобщении информации о возможном влиянии факторов среды обитания человека на состояние его здоровья, необходимой для гигиенического обоснования наиболее оптимальных управленческих решений по устранению или снижению уровней риска. В настоящем пособии рассматривается текущая оценка риска существующего на момент исследований уровня загрязнения атмосферного воздуха и шума, используется сокращенная схема, включающая, тем не менее, основные этапы: идентификацию опасности, оценку экспозиции и предварительную характеристику риска.

Схемы алгоритмов оценки риска обусловленного воздействием загрязненного атмосферного воздуха и шума приведены в Приложениях А и А1. Преимуществом использования такого подхода на предварительном этапе проведения исследований в том, что от специалистов не требуются объемные исследования с длительным периодом изучения влияния на здоровье населения экологического фактора и сокращаются трудозатраты на сбор данных медицинской статистики. Это позволяет в короткие сроки получить сведения об ориентировочной величине потенциального риска и дает возможность скорректировать задачи дальнейших исследований на участках наблюдения. Основной недостаток – увеличение степени неопределенности оценок в связи с ограниченным количеством данных и полноты характеристик, но в дальнейшем некоторое увеличение неопределенности оценок может быть нивелировано, при проведении детальных исследований по полной схеме.

1.1 Идентификация опасности, сбор и анализ данных об источниках и условиях загрязнения атмосферного воздуха

Идентификации опасности – первый этап оценки риска, который предусматривает выявление источников загрязнения атмосферного воздуха и возможного их воздействия на человека, составление перечня приоритетных химических веществ и параметров шума, измерение и анализ которых позволит охарактеризовать уровни риска. Идентификация опасности является ключевым этапом, определяющим целесообразность проведения дальнейших исследований по оценке риска.

В фокусе рассматриваемой в учебном пособии проблемы, уровень химического и акустического загрязнения атмосферного воздуха городов определяют различные типы автомобилей в составе автотранспортных потоков, которые представляют собой передвижные (*нестационарные*) источники загрязнения атмосферы, что несколько осложняет организацию их мониторинга в отличие от *стационарных* источников. Для их оценки необходимо учитывать существующую зависимость величины воздействия на окружающую среду от динамических характеристик транспортных потоков (ТП): его интенсивности, структуры (состава) и скорости движения. С учетом сказанного, на этапе идентификации с целью прогнозирования потенциальной возможности химического и шумового загрязнения на участке наблюдения, целесообразно измерить основные характеристики ТП.

Наблюдения за ТП рекомендуется проводить в часы максимальной транспортной нагрузки на автодорогах (с 7:00–8:00 до 10:00–11:00 и с 16:00–17:00 до 19:00–21:00).

Интенсивность транспортного потока (ИТП) равна числу транспортных средств различного типа, проходящих через поперечное сечение дороги в обоих направлениях в единицу времени. Фиксация проезжающих по участку автодороги транспортных средств, проводится в течение 20 минут каждого часа периода наблюдения с последующим пересчетом за 1 час. Повышенной интенсивностью, способной приводить к

существенному загрязнению атмосферного воздуха, считается движение на участке автомобильной дороги более 2000 автомобилей в час. В крупных городах интенсивность ТП может достигать 5000–6000 и более автомобилей в час. Иллюстрация зависимостей уровня загрязнения атмосферного воздуха и уровней шума от интенсивности транспортных потоков на примере г. Нижнего Новгорода приведены на рисунках 1а, 1б и 2.

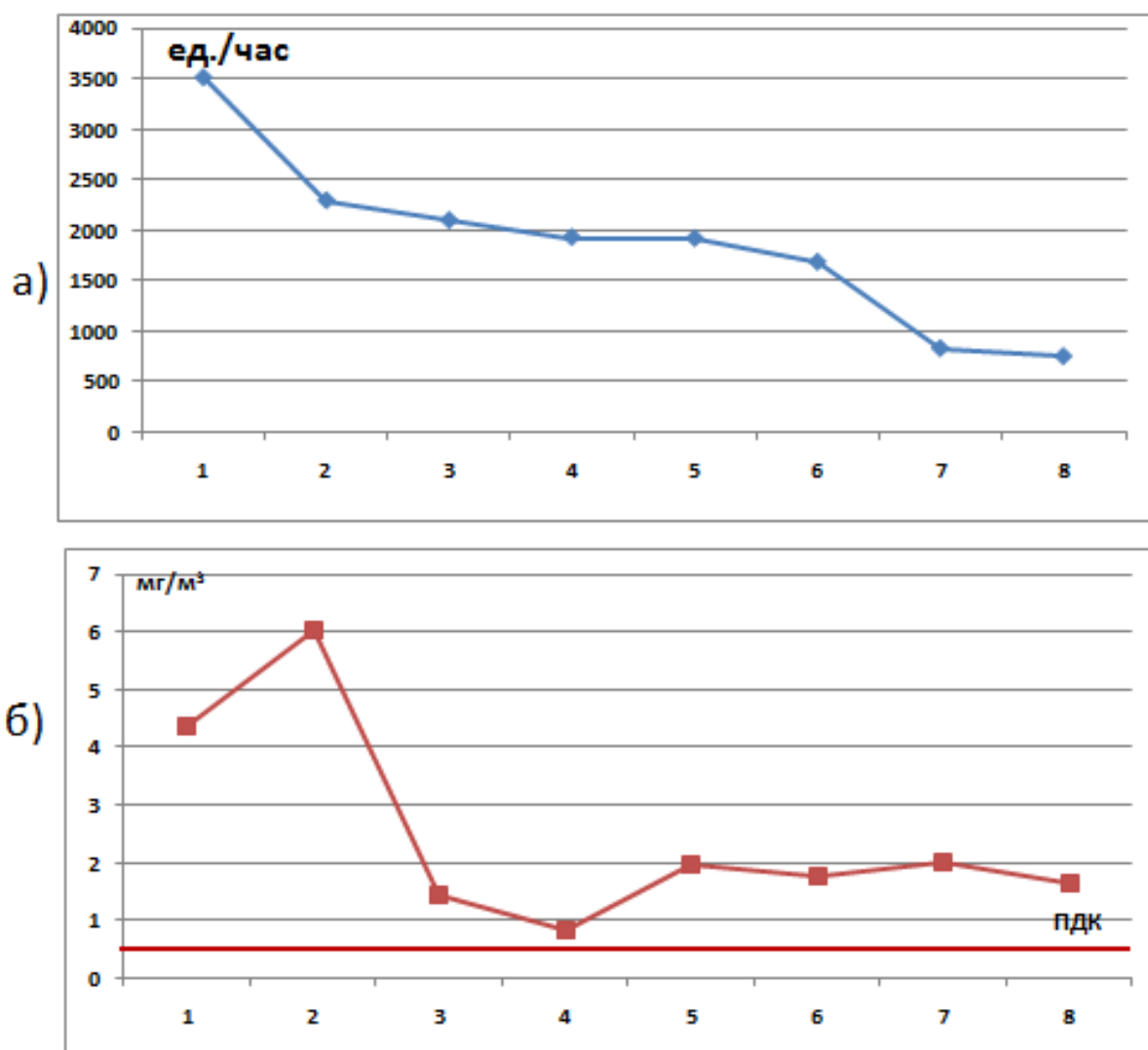


Рисунок 1 – Интенсивность транспортного потока (а) и уровень загрязнения атмосферного воздуха у автомагистралей твердыми частицами (б); 1–8 точки наблюдения.

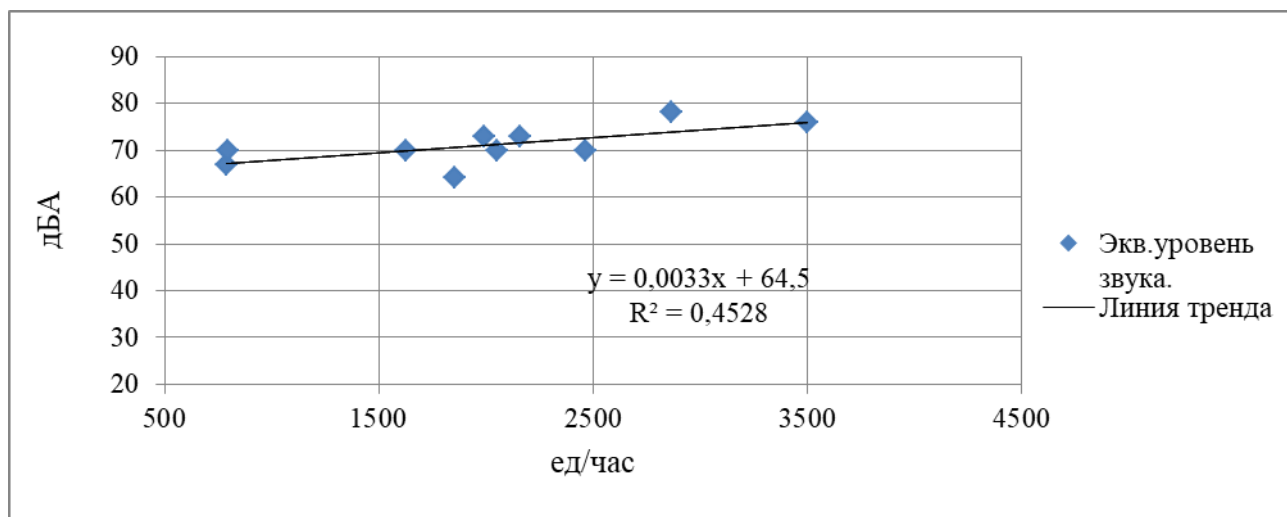


Рисунок 2 – Зависимость уровней шума от интенсивности транспортного потока.

Состав транспортного потока определяется по относительному количеству (в процентах) отдельных групп транспорта (легковые, грузовые автомобили, автобусы и др.) к общему числу транспортных средств в ТП.

В составе ТП, при использовании данных для проведения расчетов, рекомендуется выделять 5 основных групп транспортных средств:

- I группа – легковые автомобили (Л);
- II группа – автофургоны и микроавтобусы до 3,5 тонн (АМ);
- III и IV группа – грузовые автомобили массой от 3, 5 до 12 тонн и выше (Г);
- V группа – автобусы свыше 3,5 тонн (А).

Основную долю в составе транспортного потока обычно составляют легковые автомобили, определяющие скорость и интенсивность ТП. Значительное влияние на степень загрязнения городской среды, особенно на уровень шума, оказывает увеличение в транспортном потоке доли грузовых машин и автобусов (до 30–40%). В этой связи при проведении инструментальных натурных измерений, рекомендуется количество выделяемых групп транспорта для учета сократить до 2–3: легковые автомобили (Л), грузовые автомобили (Г) и автобусы (А). Контроль и измерения состава и интенсивности транспортного потока, проводят не

менее 4–6 раз в часы пик на каждом участке наблюдения в течение 5–7 будних дней теплого периода года.

Состав ТП допускается определять визуальным подсчетом количества транспортных средств различного типа, проехавших мимо точки измерения за временной интервал измерения. На рисунке 3 представлена структура транспортных потоков городского автомобильного транспорта на разных участках уличной дорожной сети г. Нижнего Новгорода.

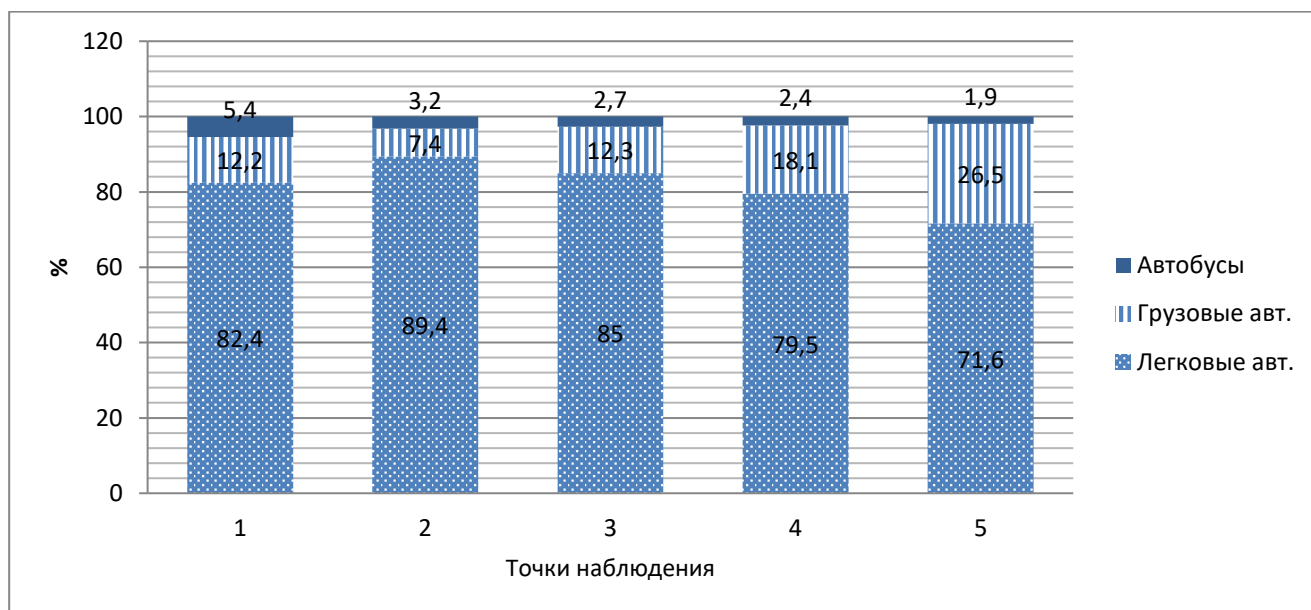


Рисунок 3 – Относительное количество (в процентах) легковых, грузовых автомобилей и автобусов в составе транспортных потоков городского автомобильного транспорта по группам транспортных средств.

Скорость движения транспортных средств допускается определять достаточно простым способом, не используя специальных приборов – путем фиксирования времени проезда отдельными транспортными средствами участка дороги известной произвольной длины, и последующего расчета по этим данным их скорости движения в километрах в час (км/ч). Определение средней скорости движения основных групп потока автотранспортных средств выполняют не менее 3–5 раз (ГОСТ 20444-2014, ГОСТ 32965-2014, ГОСТ Р 56162-2019). Следует учесть, что наиболее оптимальной скоростью движения ТП в городских условиях считается скорость в интервале от 40

до 45 км/ч. При разгоне и увеличении скорости автотранспортных средств, как и при снижении и торможении, наблюдается возрастание шума от двигателей. Известно также, что при работе двигателя на холостом ходу, торможении или ускорении, концентрации оксида углерода в воздухе возрастает в 2,5–4 раза [8, 9, 10].

Результаты натурных обследований скорости, структуры и интенсивности потока автотранспортных средств рекомендуется регистрировать журнале для их последующей обработки и анализа. В Приложении Б приведена форма полевого журнала для регистрации основных характеристик транспортных потоков. Обработка данных натурных обследований ТП включает в себя определение средних значений интенсивности и скорости движения автотранспортных потоков на участках наблюдения. Полученные результаты характеристик ТП рекомендуется использовать на последующих этапах оценки риска, сопоставляя с данными об уровнях загрязнения атмосферного воздуха и шума от транспортных потоков, учитывая существующие зависимости анализируемых величин.

1.2 Выявление приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха для контроля на примагистральных территориях

По воздействию на организм человека компоненты отработавших газов подразделяются на токсичные – оксид углерода, оксиды азота, оксиды серы, углеводороды, альдегиды, свинцовые соединения; канцерогенные – бенз(а)пирен, трихлорметан, дихлорметан, ацетальдегид, бензол, формальдегид; раздражающего действия – оксиды серы, углеводороды.

Индикатором загрязнения воздушной среды автотранспортом считается оксид углерода (СО), так как более 50% всего СО, поступающего в атмосферу, приходится на долю автотранспорта. Этому соединению придается важная роль в развитии болезней органов дыхания (БОД) у населения, проживающего вблизи автомагистралей. Так, было показано, что число детей, поступавших на госпитализацию по поводу респираторной

патологией, возрастает с увеличением суточных концентраций взвешенных частиц и оксида углерода.

Взвешенные вещества также являются одним из основных загрязнителей городского воздуха. Они представляют собой смесь твердых частиц (ТЧ) или капель жидкости различного химического состава и физических свойств, взвешенных в воздухе. Выбросы взвешенных частиц осуществляются непосредственно из выхлопных труб в виде сажи, а также за счет износа шин, тормозной системы и дорожного полотна. ТЧ представлены грубыми (размером более 10 мкм), крупными (размером 2,5–10 мкм) и мелкодисперсными частицами (размером менее 2,5 мкм). Крупные взвешенные частицы после образования и выделения достаточно быстро осаждаются в виде придорожной пыли, на своей поверхности они адсорбируют тяжелые металлы и таким образом обеспечивают поступление металлов в почву и воду, т.е. включение в пищевую цепь животных и человека. Более мелкие частицы длительно пребывают в атмосферном воздухе во взвешенном состоянии, накапливаются, практически не оседают вследствие движения воздуха и обуславливают ингаляционное поступление в организм человека. С их воздействием связывают повышенный риск у населения БОД, БСК, канцерогенные эффекты. Рядом исследований установлена связь между воздействием ТЧ_{2,5}, источниками которых являются автомобили, и увеличением риска развития БСК, в частности ишемической болезни сердца.

Анализ загрязненности атмосферного воздуха городов с интенсивным автомобильным движением показал, что наиболее значимыми по степени воздействия на организм человека является пара супертоксикантов, выбрасываемых с отработавшими газами двигателей внутреннего сгорания (ДВС) – полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) и мелкодисперсные ТЧ, причем последние представляют опасность не только сами по себе, но и как адсорбенты ПАУ. Маркером весьма представительной группы ПАУ выбран бенз(а)пирен (БП), как убиквитарный загрязнитель

окружающей среды, относящийся к группе 1 по классификации Международного агентства по изучению рака (МАИР) (с доказанной канцерогенностью для человека). Канцерогенная активность реальных сочетаний ПАУ на 79–80% обусловлена именно БП. БП вызывает лейкозы, врождённые уродства; выявлено его влияние на задержку роста плода у беременных женщин.

Наши исследования показали, что концентрации БП в пробах воздуха вблизи магистрали были в основном на уровне $1/3$ ПДК и мало зависели от интенсивности ТП. Уровни его в рекреационных зонах были ниже, чем непосредственно у дороги лишь на 25% [11].

Результаты исследований, выполненных при оценке воздушной среды других городов России, свидетельствуют, что среди определяемых тяжелых металлов в пробах воздуха вдоль автомобильных дорог и придорожной пыли отмечается превышение нормативов для меди, свинца, кадмия, никеля, хрома, кобальта и цинка. Металлы обладают накопительными свойствами, т.е. аккумулируются в организме и тем самым увеличивают свое токсическое воздействие на организм, сопровождающееся нарушениями деятельности центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, пищеварительного тракта, почек, печени и пр. Несмотря на то, что для повышения октанового числа в топливо в настоящее время не добавляют тетраэтилсвинец, результаты наших исследований свидетельствуют о присутствии свинца в атмосферном воздухе не только вблизи автомагистрали, но и в рекреационных зонах в концентрациях близких к уровню ПДК и превышающих его [12].

Из поллютантов, источником образования которых в городах главным образом является автомобильный транспорт, следует отметить формальдегид (ФА). Он считается одним из основных загрязнителей воздушной городской среды, средние концентрации которого во многих населенных пунктах России растут. ФА при избыточном поступлении оказывает общетоксическое действие: вызывает поражение центральной

нервной системы, легких, печени, почек, органов дыхания. Он обладает раздражающим, аллергенным, мутагенным и канцерогенным действием, подавляет активность SH-групп ферментов, угнетает синтез нуклеиновых кислот, нарушает обмен витаминов.

С оксидами азота, поступающими в воздух городов с выхлопами от автомобилей, связывают многие патологические процессы среди населения. Так, при исследовании воздействия транспорта с помощью регрессионной модели территории с пространственным разрешением 50×50 м² и использованием средних за год концентраций оксида азота в жилых помещениях в качестве маркера загрязнений в когорте 1806 исследуемых лиц выявили корреляцию с риском развития сосудистой деменции и болезни Альцгеймера. Показано, что воздействие загрязненного воздуха на беременных женщин, определяемое по диоксиду азота как специфическому маркеру, приводило к нарушениям эмбрионального роста плода и повышению риска рождения детей с низкой пропорцией оптимального веса. Безусловной признается связь загрязнения воздуха ТЧ и оксида азота с повышением риска БОД. Высокие уровни концентраций оксидов азота и ТЧ_{2,5} приводят к возрастанию риска первого приступа астмы у детей в возрасте до 7 лет. Имеются свидетельства о достоверном увеличении риска развития рака легких, обусловленного воздействием загрязненного воздуха оксидами азота и серы, мелкими ТЧ.

Опасность загрязнителей атмосферного воздуха обусловлена не только их многообразием и прямым воздействием на организм человека через органы дыхания, но и во многом зависит от их концентрации в атмосфере и продолжительности воздействия [13].

Для выявления приоритетных загрязнителей, первоначально, составляется максимально полный предварительный перечень веществ, которые могут поступать в атмосферный воздух с выбросами от автотранспорта на участке наблюдения. В последующем, при идентификации загрязняющих веществ, представляющих повышенную опасность, этот

перечень может корректироваться. При проведении идентификации следует руководствоваться доступными источниками информации о вредном действии анализируемых химических соединений, содержащие сведения об опасных свойствах веществ: аналитическими обзорами, базами данных, справочниками, отчетами и т.п. При формировании окончательного перечня загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, подлежащих исследованию, необходимо также учитывать наличие или отсутствие сведений о референтных (безопасных) уровнях и ПДК, рекомендации и требования действующих методических и нормативных документов.

Так, например, ГОСТ 17.2.3.01-86 «Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов» рекомендует в атмосферном воздухе селитебных территорий населенных пунктов проводить наблюдения за содержанием пыли, сернистого газа, окиси углерода и диоксида азота (основные загрязняющие вещества) и специфическими веществами, характерными для источника загрязнения.

Перечень загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу с отработавшими газами автомобилей и подлежащих контролю, содержат:

- ✓ «Методика определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха», утвержденная приказом Минприроды России от 27.11.2019 № 804;

- ✓ «Методика определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов», утвержденная приказом Госкомэкологии России № 66 от 16 февраля 1999 года;

- ✓ ГОСТ Р56162-2019 Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Метод расчета количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферу транспортными потоками автотранспортных средств на автомобильных дорогах разной категории.

Исходя из рекомендаций вышеизложенных документов, а также опыта наших исследований, в перечень анализируемых веществ в составе

атмосферного воздуха в точках наблюдения на примагистральных территориях следует включить:

- оксид углерода (CO);
- углеводороды (CH²);
- азота оксид (NO);
- азота диоксид (NO₂);
- твердые частицы (PM_{2,5});
- сажа;
- сера диоксид (SO₂);
- формальдегид (CH₂O);
- бенз(а)пирен (C₂₀H₁₂);
- свинец (Pb).

Список веществ может быть дополнен или сокращен на основе данных социально-гигиенического и экологического мониторинга, а также в зависимости от конкретных условий и собственных возможностей.

Основными критериями выбора веществ, подлежащих контролю на участке наблюдения, являются их токсические свойства, распространенность в окружающей среде и вероятность их воздействия на человека, а также:

- количество загрязняющего вещества, поступающего в атмосферный воздух;
- высокая стойкость загрязняющего вещества;
- способность вещества к аккумуляции;
- опасность для жизни и здоровья человека.

Среди критериев для исключения вещества из перечня могут быть следующие:

- концентрация загрязняющего вещества ниже естественных фоновых концентраций;
- загрязняющее вещество обнаружено в незначительном количестве проб (менее 5%);

– концентрация загрязняющего вещества значительно ниже референтных (безопасных) уровней воздействия.

Из составленного для контроля на участке наблюдения окончательного перечня необходимо также выделить вещества однонаправленного действия, выяснить возможность их комбинированного воздействия. Для таких химических соединений необходимо на основе имеющихся справочных (литературных) данных провести сопоставление критических органов/систем и эффектов и определить тип их совместного (комбинированного) действия. Сведения о критических органах/системах, поражаемых на уровне пороговых доз, для некоторых загрязняющих вещества приведены в Приложении В. Полная информация содержится в Приложение 2 Руководства 2.1.10.1920-04.

1.3 Характеристика и анализ источников транспортного шума, воздействующего на население

Задачами на этапе идентификации шумового загрязнения на исследуемой территории являются характеристика источников транспортного шума, особенности его пространственного и временного распределения, и вероятных нарушений здоровья населения, связанных с акустическим воздействием.

Основными источниками шумовой нагрузки для населения, проживающего на территории, прилегающей к улично-дорожной сети города, являются автотранспортные потоки. В крупных городах уровни звука от ТП составляют от 70 до 80 дБА и регистрируются на автомагистралях большую часть суток.

На распространение звука от транспортных потоков на прилегающую территорию влияют: расстояние от автомагистралей до объектов жилой застройки, наличие зеленых насаждений вдоль дорог, особенности городской застройки, природно-климатические факторы. Существенное значение также имеют тип и качество дорожного покрытия, количество полос движения, наличие пересечений, остановочных пунктов и

др. Основными шумовыми характеристиками транспортных потоков, подлежащих измерению и анализу, являются эквивалентный и максимальный уровни звука, в дБА, в дневное (от 7.00 до 23.00 ч) и ночное (от 23.00 до 7.00 ч) время.

Дополнительными характеристиками, которые могут использоваться для спектрального анализа транспортного шума – эквивалентные уровни звукового давления, в дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами в диапазоне от 31,5 до 8000 Гц. Высокие уровни шума, которые генерируют транспортные потоки, оказывает решающее влияние на акустический режим в помещениях жилых и общественных зданий и прилегающей территории жилой застройки.

Степень вредного воздействия фактических уровней шума определяется величиной их превышения гигиенических нормативов, в соответствии с действующими санитарными правилами и нормами – СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

На этапе идентификации опасности необходимо уточнить негативные эффекты, которые могут формироваться у населения, проживающего под воздействием различных уровней транспортного шума. При этом важно учитывать, что шум – общебиологический раздражитель, оказывающий неблагоприятное влияние на все органы и системы организма человека, которое может проявляться в виде специфических (слуховых) и неспецифических (внеслуховых) эффектов.

Среди неспецифических эффектов выделяют сенсорно-информационные (громкость, шумность), вегетативно-соматические (нарушение сна, учащение пульса, повышение артериального давления) и психосоциальные (агрессия, депрессия), которые формируются при длительном воздействии даже относительно низких уровней шума (табл. 1).

Таблица 1 – Виды нарушений здоровья населения, проживающего под воздействием транспортного шума (МР 2.2.10.0059-12)

Поражаемые органы и системы	Нарушения здоровья	Код нарушения здоровья по МКБ-10	Данные о пороговых уровнях шума, дБ
Нервная система	Нервозность (нервное напряжение, раздражение)	R 45.0	35
	Расстройство сна	G 47	40
	Когнитивные нарушения	R 41	42
	Вегето-сосудистая дистония	G 90.8	60
Система кровообращения	Повышение кровяного давления неспецифическое, без диагноза гипертензии	R 03.0	65
	Гипертензивная болезнь сердца	I 11.9	70
	Ишемическая болезнь сердца	I 24, I 25	70
	Стенокардия	I 20	70
	Инфаркт миокарда	I 21	70
Болезни уха и сосцевидного отростка	Шум в ушах (субъективный)	H 93.1	45
	Кондуктивная и нейросенсорная потеря слуха	H 90	80
	Потеря слуха, вызванная шумом	H 83.3	80

1.4 Оценка экспозиции химического и акустического загрязнения от автотранспорта

Количественная характеристика экспозиции предусматривает оценку воздействующих на население концентраций вредных веществ и уровней шума, которые устанавливаются на основе результатов инструментальных исследований, выполненных в соответствии с действующими нормативными документами в режиме мониторинга. Оценка экспозиции – определение выраженности, частоты и продолжительности воздействия на человека химического или физического вредного фактора.

Применительно к химическим загрязнителям, экспозиция – общее количество или концентрация вещества в атмосферном воздухе (в мг/м³), а соответственно к шуму – эквивалентный уровень шума (в дБА) на участке наблюдения.

В качестве мест для проведения натурных инструментальных измерений необходимо выбирать прямолинейные участки крупных автомобильных дорог общегородского значения, проходящие через селитебные территории или вблизи них, с установившейся скоростью движения автотранспортных средств, на расстоянии не менее 50 м от перекрестков, а также прилегающие к ним придомовые территории жилой застройки.

Измерения следует проводить в дневное и ночное время суток, с захватом периодов максимальной интенсивности транспортных потоков. Метеорологические параметры (температура, влажность, скорость движения воздуха, атмосферное давление) во время измерений не должны выходить за рамки предельных значений, приведенных в технической документации на соответствующую измерительную аппаратуру.

1.5 Организация мониторинга состояния атмосферного воздуха на примагистральных территориях

Воздействующие на население концентрации оцениваются на основе результатов мониторинга, который является основным инструментом для определения содержания химических веществ в воздухе. Оценка экспозиции по данным наблюдения за качеством атмосферного воздуха с целью оценки риска здоровью населения позволяет подтвердить наличие или отсутствие потенциального загрязнения для конкретной исследуемой территории. Программа мониторинга атмосферного воздуха на выбранном участке наблюдения должна проводиться с учетом требований ГОСТ 17.2.3.01-86 «Охрана природы (ССОП). Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов» и МР 2.1.6.0157-19 «Формирование программ

наблюдения за качеством атмосферного воздуха и количественная оценка экспозиции населения для задач социально гигиенического мониторинга», данных предыдущего этапа оценки риска «идентификация опасности», анализа санитарно-эпидемиологической обстановки на территории и выбранной программы наблюдений (полная, неполная, сокращенная).

При организации наблюдения за качеством атмосферного воздуха на примагистральных территориях, пробы воздуха рекомендуется отбирать в следующих основных точках:

- непосредственно у автомагистрали;
- на придомовой территории – во дворах, площадках для отдыха, на детских площадках т.п.).

Отбор должен проводиться на открытой, проветриваемой со всех сторон площадке с непылящим покрытием: асфальте, твердом грунте, газоне. Не допускается проведение отбора проб в непосредственной близости с высокими зданиями или зелеными насаждениями, присутствие которых будет или занижать реальный уровень загрязнения из-за поглощения газов густой зеленью, или завышать из-за застоя воздуха и скопления вредных веществ вблизи строений (ГОСТ 17.2.3.01-86; РД 52.04.186-89).

Для изучения особенностей загрязнения воздуха выбросами автотранспорта организуются специальные наблюдения, в результате которых определяются: максимальные значения концентраций основных примесей, выбрасываемых автотранспортом в районах автомагистралей, и периоды их наступления при различных метеоусловиях и интенсивности движения транспорта; границы зон и характер распределения примесей по мере удаления от автомагистралей; особенности распространения примесей в жилых кварталах различного типа застройки и в зеленых зонах, примыкающих к автомагистралям; особенности распределения транспортных потоков по магистралям города.

Точки наблюдения выбираются на городских улицах в районах с интенсивным движением транспорта и располагаются на различных участках

улиц в местах, где часто производится торможение автомобилей и выбрасывается наибольшее количество вредных примесей. Кроме того, пункты организуются в местах скопления вредных примесей за счет слабого рассеяния (под мостами, путепроводами, в туннелях, на узких участках улиц и дорог с многоэтажными зданиями), а также в зонах пересечения двух и более улиц с интенсивным движением транспорта.

Места для размещения приборов выбираются на тротуаре, на середине разделительной полосы при ее наличии и за пределами тротуара – на расстоянии половины ширины проезжей части одностороннего движения. Пункт, наиболее удаленный от автомагистрали, должен располагаться не менее чем в 0,5 м от стены здания. На улицах, пересекающих основную автомагистраль, пункты наблюдения размещаются на краях тротуаров и на расстояниях, превышающих ширину магистрали в 0,5; 2; 3 раза. Отбор проб при определении приземной концентрации примеси в атмосфере проводят на высоте от 1,5 до 3,5 м от поверхности земли.

Одновременно с отбором проб воздуха необходимо контролировать следующие **метеорологические параметры**: состояние погоды и подстилающей поверхности, а также направление и скорость ветра, атмосферное давление, температуру и влажность воздуха на уровнях 0,5 и 1,5 м от поверхности земли. Все данные фиксируются в специальных журналах регистрации.

Состояние погоды оцениваются визуально по характерным признакам, указанным в таблице 2.

Подстилающую поверхность в радиусе до 100 м от места наблюдения определяют как сухая запыленная, сухая не запыленная, влажная, мокрая, зеленая трава, пожелтевшая трава, снег.

При организации точки отбора руководствуются направлением воздушных потоков: ***отбор проб проводится с подветренной стороны от исследуемого источника загрязнения.***

Таблица 2 – Характерные признаки состояния погоды, которые указываются в протоколах отбора проб атмосферного воздуха

Состояние погоды, атмосферные явления	Характерные признаки
Ясно	Нет туч или отдельные тучи закрывают не более 2/10 неба; солнце не закрыто
Сменная облачность	Тучи закрывают менее 8/10 неба; солнце время от времени закрывается тучами
Мгла	Помутнение воздуха за счет взвешенных частиц пыли, дыма, гари. Воздух имеет синеватый оттенок
Дымка	Слабое помутнение атмосферы за счет перенасыщения воздуха влагой. Воздух имеет сероватый оттенок; горизонтальная видимость больше, чем 1 км
Дождь Туман	Осадки в виде мелких капель; их падение на землю незаметно для глаз
Пылевая буря	Ухудшение видимости на большой территории из-за пыли, поднятой сильным ветром
Снег	Осадки в виде ледяных кристаллов
Туман	Помутнение атмосферы при горизонтальной видимости меньше 1 км
Мрачно	Небо покрыто тучами на 8/10 и более. Солнце не просвечивает

Требования к скорости ветра, атмосферному давлению, температуре и влажности воздуха регламентируются соответствующими методами определения контролируемых в воздухе показателей.

Чаще всего, при отборе проб воздуха должны выполняться следующие условия:

- атмосферное давление от 630 до 800 мм рт. ст.,
- температура воздуха от 0 до 40°C,
- относительная влажность воздуха не выше 80–90%.

В некоторых случаях, если скорость ветра составляет от 1,0 м/с и более, отбор проб проводится с соблюдением условий изокINETичности – путем

выравнивания скоростей пропускаемого воздуха и воздушного потока с помощью конусных насадок (ГОСТ Р 56929–2016).

Количество проб воздуха для последующего анализа примесей из перечня исследуемых веществ определяется действующими нормативными и методическими указаниями. Методическое обеспечение исследований по определению содержания в атмосферном воздухе основных загрязнителей атмосферного воздуха: взвешенных частиц, оксид углерода, диоксид азота, металлов, формальдегида, бенз(а)пирена – приведено в Приложении Г.

Количество суточных проб, достаточных для определения экспозиции с целью оценки риска, зависит от реализуемой программы наблюдения (сокращенная, неполная, полная). Для принятой в рамках настоящего пособия ускоренной (скрининговой) оценки риска допускается применение неполной и сокращенной программы наблюдения (МР 2.1.10.0157-19, табл. 1).

Отбор проб атмосферного воздуха проводят с целью получения данных о разовых концентрациях ежедневно в 7 и 13 ч местного декретного времени. Среднегодовую концентрацию загрязняющего вещества определяют как среднее арифметическое значение разовых или среднесуточных концентраций, полученных в течение года. Степень загрязнения воздуха определяется сравнением фактических концентраций с предельно допустимыми концентрациями (ПДК), содержащимися в СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания», табл. 1.1. – Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений. Согласно СанПиН 1.2.3685-21:

– максимальная разовая концентрация (ПДК м.р.) – концентрация, предотвращающая раздражающее действие, рефлексорные реакции, запахи при воздействии до 20–30 минут;

- среднесуточная (ПДК с.с.) – концентрация, обеспечивающая допустимые (приемлемые) уровни риска, при воздействии не менее 24 часов;
- среднегодовая (ПДК с.г.) – концентрация, обеспечивающая допустимые (приемлемые) уровни риска при хроническом (не менее 1 года) воздействии.

В зависимости от задач исследования для оценки риска могут использоваться максимальные разовые, среднесуточные и среднегодовые концентрации. При ускоренной оценке риска выделяют два основных типа экспозиционных нагрузок:

- кратковременное (острое) воздействие – продолжительность экспозиции 24 часа;
- длительное (хроническое) воздействие – продолжительность экспозиций 1 год.

В соответствии с приведенными выше типами воздействия, для оценки острого воздействия используются ПДК м.р. и ПДК с.с., для хронического воздействия – ПДК с.г. В случае отсутствия ПДК допускается использовать референтные (безопасные уровни) концентрации для острых ингаляционных воздействий (ARFC) и референтные концентрации для хронического ингаляционного воздействия (RFC). Данные о референтных концентрациях содержатся в Приложении 2 Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду».

1.6 Оценка экспозиции шума и организация мониторинга за шумовой нагрузкой

Оценка экспозиции шума включает в себя определение нормируемых параметров шума и продолжительности его воздействия, а также оценку суточного взвешенного шума как меры контакта населения с вредным фактором.

Измерения шума выполняются в соответствии с ГОСТ 20444-2014 «Шум. Транспортные потоки. Методы определения шумовой характеристики», ГОСТ 23337-2014 «Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий», методическими указаниями МУК 4.3.2194-07 «Контроль уровня шума на территории жилой застройки, в жилых и общественных зданиях и помещениях». Для оценки транспортного шума измеряются основные нормируемые параметры: эквивалентные уровни звука L_{Aeq} , дБА, максимальные уровни звука L_{Amax} , дБА. Для анализа спектрального состава транспортного шума дополнительно измеряются эквивалентные уровни звукового давления L_{Aeq} окт, дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами от 31,5 до 8000 Гц. На рисунке 4 в качестве иллюстрации представлена спектральная характеристика шума от ТП на одном из участков наблюдения в г. Нижнем Новгороде, которая свидетельствует о преобладании низких частот.

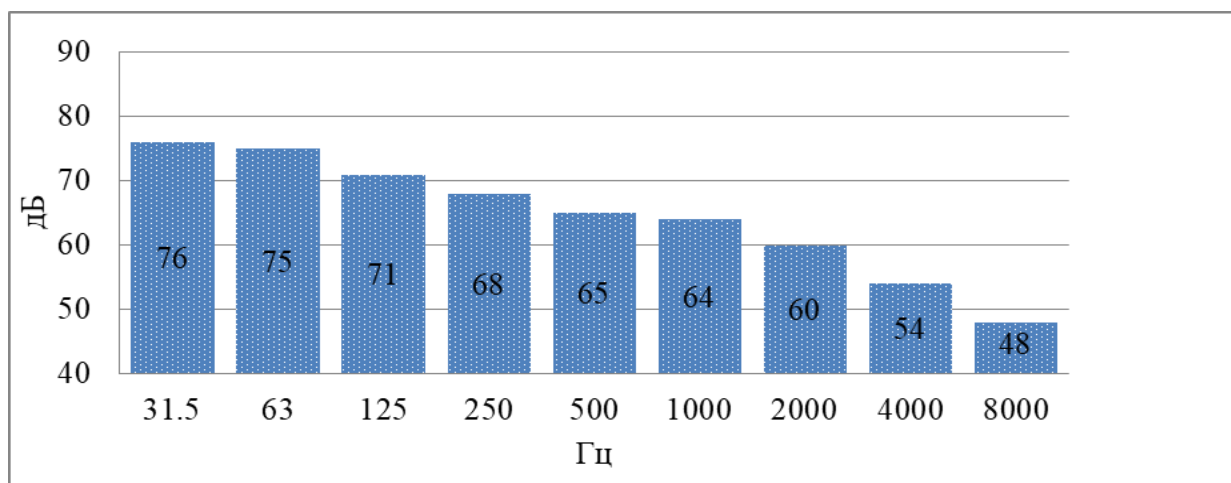


Рисунок 4 – Спектральный состав шума транспортного потока (октавный диапазон).

Шумовые характеристики транспортных потоков измеряются в дневной период суток не менее трех раз: утром в интервале от 7.00 до 9.00 ч, днем в интервале от 9.00 до 19.00 ч и вечером в интервале от 19.00 до 23.00 ч.

В ночной период суток целесообразно проводить измерения два раза: в интервале от 23.00 до 1.00 ч и в интервале от 1.00 до 7.00 ч.

Измерения уровней звука на участке наблюдения рекомендуется проводить не менее чем в 5-ти точках, в том числе:

- в 7,5 м от оси ближайшей полосы движения транспорта;
- в 2 м от фасадов домов, обращенных к магистралям (2–3 точки);
- на придомовой территории (двор, площадки для отдыха, детские площадки);

В ходе проведения измерений необходимо контролировать уровень фонового шума (в моменты отсутствия транспорта на дорогах). В случаях, если разность между измеренным уровнем шума от транспортного потока и уровнем фонового шума менее 10 дБА, потребуется коррекция результатов измерений (табл. 3).

Таблица 3 – Коррекция результатов измеренного шума от транспортных потоков в зависимости от уровня фонового шума (ГОСТ 24444-2014)

Разность параметров измеренного шума транспортных потоков и фонового шума в месте проведения измерения (дБА)	Коррекция, (дБА)
3	-3
4–5	-2
6–9	-1
10 и более	0

Если определить уровень фонового шума невозможно, то поправка на влияние фонового шума не вносится. Коррекция фактических результатов проводится также с учетом расширенной неопределенности измерения для уровня доверия 95%.

Для количественной оценки уровня воздействия результаты измерения уровней шума сопоставляются с действующими гигиеническими нормативами (СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»). В соответствии с СанПиН 1.2.3685-21 допустимые уровни

звука и эквивалентные уровни звука на территории, непосредственно прилегающие к жилым домам, в дневное время, не должны превышать 55 дБА, а максимальный уровень звука – 70дБА, а в ночное время соответственно 45 дБА и 60 дБА (табл. 4).

Таблица 4 – Нормируемые уровни звука, эквивалентные и максимальные уровни звука проникающего шума в помещениях жилых и общественных зданий и шума на селитебной территории

№ пп	Назначение помещений или территорий	Время суток	Уровни звука L(A), дБА, эквивалентные уровни звука L(A экв.), дБА	Максимальные уровни звука L(A _{макс.}), дБА
1	Территории, непосредственно прилегающие к зданиям жилых домов	с 7 до 23 ч.	55	70
		с 23 до 7 ч.	45	60
2	Жилые комнаты квартир	с 7 до 23 ч.	40	55
		с 23 до 7 ч.	30	45
3	Площадки для отдыха, функционально выделенные на территории микрорайонов и групп жилых домов	—	45	60

При этом уровни звука нормативным документом допускается принимать на 10 дБА выше для шума, создаваемого на территории средствами автомобильного транспорта в 2 м от ограждающих конструкций первого эшелона шумозащитных типов жилых зданий, обращенных в сторону магистральных улиц. Оценка экспозиции выполняется на основе результатов инструментальных измерений шума. В качестве основной единицы действующих уровней шума при оценке риска принимается

показатель L_{den} (эквивалентный уровень средневзвешенного суточного шума), который может быть определен по уравнению (1) с учетом дневных и ночных уровней шума:

$$L_{den} = 10 \lg \frac{1}{24} \left(16 \cdot 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{night} + 10}{10}} \right) \quad (1)$$

Где $L_{day} = LA_{eq,16}$ – эквивалентный скорректированный 16-ти часовой уровень дневного шума;

$L_{night} = LA_{eq,8}$ – эквивалентный скорректированный 8-ми часовой уровень ночного шума.

Величины L_{day} , L_{night} могут быть использованы и как самостоятельные характеристики экспозиции в исследованиях влияния дневного и/или ночного шума на состояние здоровья населения.

РАЗДЕЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ, ОБУСЛОВЛЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЕМ АТМОСФЕРНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ И ШУМОМ АВТОТРАНСПОРТА

Характеристика риска объединяет данные, которые получены на предшествующих этапах исследования. Основная цель этого этапа с учетом принятых в учебном пособии допущений – получить ориентировочную количественную и качественную оценку риска для обоснования мероприятий по управлению риском здоровью при воздействии атмосферных загрязнений и шума и уточнения задач по дальнейшим исследованиям. Характеристика риска осуществляется на основе величин приемлемого риска, отражающих такие уровни риска, которые не требуют применения дополнительных мер по его снижению и незначительны по отношению к рискам, существующим в повседневной деятельности или жизни людей.

2.1 Характеристика неканцерогенного риска здоровью при острых и хронических воздействиях выбросов от автотранспорта

Характеристика риска проводится отдельно для канцерогенных и неканцерогенных эффектов. Количественная характеристика риска развития неканцерогенных эффектов включает следующие расчеты:

- расчет коэффициента опасности;
- расчет индекса опасности;
- расчет потенциального риска немедленного (рефлекторного) действия;
- расчет потенциального риска длительного (хронического) воздействия;
- расчет комбинированного риска;

Коэффициент опасности (HQ) – риск развития неканцерогенных эффектов для отдельных веществ, при ингаляционном поступлении в организм, рассчитывается по формуле:

$$HQ = AC / RfC, \quad (2)$$

где, HQ – коэффициент опасности;

AC – средняя концентрация, мг/м³;

RfC – референтная (безопасная) концентрация, мг/м³ для хронических и кратковременных острых воздействий.

Характеристика риска развития неканцерогенных эффектов осуществляется путем сравнения фактических уровней экспозиции с безопасными (референтными) уровнями воздействия (в качестве референтных могут применяться значения ПДК). Коэффициент опасности рассчитывается отдельно для условий кратковременного (острого) и длительного (хронического) воздействий загрязняющих веществ, при этом период осреднения экспозиции и нормативы соответствующих безопасных уровней воздействия должны быть аналогичными:

– для оценки риска острых воздействий используются максимальные разовые и среднесуточные концентрации, референтные уровни кратковременного действия;

– для характеристики хронических эффектов используются соответственно среднегодовые концентрации и референтные уровни при хроническом ингаляционном воздействии.

Соответствующие нормативные величины содержатся в СанПиН 1.2.3685-21 (табл. 1.1 и 1.2) и Руководстве Р 2.2.10.1920-04 (Приложение 2, табл. 2.1–2.4). Уровни риска по величине HQ определяются в соответствии с МР 2.1.10.0156-19 (табл. 5).

Таблица 5 – Классификация уровней риска по величине коэффициента опасности

Уровень риска	Коэффициент опасности развития неканцерогенных эффектов (HQ)
высокий	Более 3,0
настораживающий	1,1–3,0
допустимый	0,1–1,0
минимальный	<0,1

Если значение HQ не превышает 1,0, то вероятность развития вредных эффектов характеризуется как допустимая (приемлемая). Если коэффициент опасности превышает единицу, то вероятность возникновения вредных эффектов у человека возрастает пропорционально увеличению HQ . Для определения наиболее приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха, необходимо провести ранжирование веществ по величине коэффициента опасности.

Суммарный неканцерогенный риск здоровью при комбинированном воздействии химических веществ – индекс опасности (HI) рассчитывается при одновременном поступлении в организм человека нескольких веществ однонаправленного действия одним и тем же путем по формуле:

$$HI = \sum HQ_i, \quad (3)$$

где HI – индекс опасности;

HQ_i – коэффициент опасности для отдельного компонента смеси воздействующих веществ.

В условиях комбинированного воздействия суммарный индекс опасности характеризует риск развития неблагоприятных эффектов на критический орган (систему). Если даже воздействие одного вещества не превышает допустимое, то их комбинированное влияние на одну систему (орган), может приводить к возникновению нарушений в этой системе. По индексу опасности можно выделить приоритетные органы и системы, в наибольшей степени, поражаемые при воздействии химического фактора окружающей среды. При оценке суммарного влияния веществ с однонаправленным действием в качестве допустимого уровня допускается принимать $HI=3$ при условии, если ни у одного из компонентов HQ не превышает 1. Если это условие не соблюдается, то оценка риска проводится по веществу с максимальным значением HQ . Уровень риска развития неблагоприятных эффектов по величине HI приведены в таблице 6.

Примеры расчета и оценки коэффициента опасности для отдельных веществ и индекса опасности при их комбинированном действии приведены в Приложении Д.

Таблица 6 – Классификация уровней риска в зависимости от величины HI (МР 2.1.10.0156-19)

Уровень риска	Индекс опасности развития не канцерогенных эффектов (HI) для группы веществ с односторонним воздействием
Высокий	более 6,0
Настораживающий	3,1–6,0
Допустимый	1,1–3,0
Минимальный (целевой)	менее 1,0

2.1.1 Расчет потенциального риска немедленного (рефлекторного) действия

Для оценки острых воздействий используются средние (за сутки) максимальные разовые концентрации веществ, загрязняющих атмосферный воздух населенных мест и их ПДК (ПДК м.р.). Кроме ПДК м.р. допускается также использовать среднесуточные ПДК (ПДК с.с.).

При установлении величины потенциального риска немедленного (рефлекторного) действия в качестве эффекта оценивается вероятность появления рефлекторных реакций (ощущение раздражения, неприятного запаха и др.) или эффектов психологического дискомфорта с учетом класса опасности веществ.

Для прогнозирования риска возникновения рефлекторных эффектов с учетом класса опасности вещества при загрязнении атмосферного воздуха применяются следующие уравнения [14, 15]:

$$1 \text{ класс Prob} = - 9,15 + 11,66 \times \lg(C_i / \text{ПДК м.р.}) \quad (4)$$

$$2 \text{ класс Prob} = - 5,51 + 7,49 \times \lg(C_i / \text{ПДК м.р.}) \quad (5)$$

$$3 \text{ класс Prob} = - 2,35 + 3,73 \times \lg(C_i / \text{ПДК м.р.}) \quad (6)$$

$$4 \text{ класс Prob} = - 1,41 + 2,33 \times \lg(C_i / \text{ПДК м.р.}) \quad (7)$$

где C_i – концентрация воздействующего загрязняющего вещества;

ПДК м.р. – максимальная разовая предельно допустимая концентрация;

Prob – пробит, величина, связанная с риском по закону нормального вероятностного распределения.

Пробиты (Prob) и вероятность (Risk) связаны табличным интегралом:

$$Risk = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{Prob} e^{-t^2/2} dt \quad (8)$$

Перевод Prob в Risk проводится в соответствии с уравнением (8) или по таблице 7.

Таблица 7 – Нормальное вероятностное распределение

Prob	Risk	Prob	Risk
-3,0	0,001	0,1	0,540
-2,5	0,006	0,2	0,579
-2,0	0,023	0,3	0,618
-1,9	0,029	0,4	0,655
-1,8	0,036	0,5	0,692
-1,7	0,045	0,6	0,726
-1,6	0,055	0,7	0,758
-1,5	0,067	0,8	0,788
-1,4	0,081	0,9	0,816
-1,3	0,097	1,0	0,841
-1,2	0,115	1,1	0,864
-1,1	0,136	1,2	0,885
-1,0	0,157	1,3	0,903
-0,9	0,184	1,4	0,919
-0,8	0,212	1,5	0,933
-0,7	0,242	1,6	0,945
-0,6	0,274	1,7	0,955
-0,5	0,309	1,8	0,964
-0,4	0,345	1,9	0,971
-0,3	0,382	2,0	0,977
-0,2	0,421	2,5	0,994
-0,1	0,460	3,0	0,999
0,0	0,50		

Расчетная величина риска позволяет определить долю лиц – $Risk \times 100\%$, у которых потенциально могут проявиться немедленные эффекты в момент воздействия конкретного химического вещества (неприятные запахи, раздражающие эффекты, различные физиологические реакции, а при значительных концентрациях – острые отравления).

2.1.2 Расчет потенциального риска длительного (хронического) воздействия

Расчет эффектов, связанных с длительным (хроническим) воздействием веществ, загрязняющих атмосферный воздух, проводится с использованием осредненных (как минимум за 1 год) концентраций. Для оценки риска неспецифических хронических эффектов при загрязнении атмосферного воздуха используются уравнения (9) и (10):

$$Risk = 1 - \exp (\ln (0,84) \times (C/ПДК_{сг})^b/k_3), \quad (9)$$

где Risk – вероятность развития неспецифических токсических эффектов при хронической интоксикации в заданных условиях;

C – среднесуточная концентрация загрязняющего вещества, усредненная за год, или среднегодовая;

ПДК_{сг} – среднегодовая предельно допустимая концентрация;

k₃ – коэффициент запаса в зависимости от класса опасности загрязняющего вещества: 1 класс – 7,5; 2 класс – 6,0; 3 класс – 4,5; 4 класс – 3);

b – значения коэффициента в зависимости от класса опасности загрязняющего вещества: 1 класс – 2,35; 2 класс – 1,28; 3 класс – 1,00 и 4 класс – 0,87.

$$Risk = 1 - \exp ((\ln (0,84) / (ПДК_{сг} \times k_3)) \times C \times t)^n, \quad (10)$$

где Risk – вероятность развития неспецифических токсических эффектов при хронической интоксикации в заданных условиях;

n – значения коэффициента в зависимости от класса опасности загрязняющего вещества: 1 класс – 2,4; 2 класс – 1,31; 3 класс – 1,0; 4 класс – 0,86;

t – отношение длительности воздействия загрязнения (в годах) к средней продолжительности жизни человека (70 лет).

Расчет риска позволяет определить вероятность развития неблагоприятных эффектов, связанных с уровнем загрязнения атмосферного

воздуха (неспецифической патологии, снижении иммунного статуса и т.д.) в долях единицы и максимальный размер группы риска (в %), т.е. количество населения у которых потенциально могут проявиться неблагоприятные эффекты, связанные с данным экологическим фактором.

2.1.3 Расчет и оценка комбинированного риска

Развитие неканцерогенных эффектов при комбинированном воздействии химических соединений, при условии одновременного поступления нескольких веществ одним и тем же путем, определяется, как указывалось выше на основе расчета индекса опасности НІ (2). Но учитывая, что риск является величиной вероятностной, еще одним подходом, который может применяться для оценки комбинированного действия, является метод, основанный на умножении вероятностей, по формуле:

$$Risk_{сум} = 1 - (1 - Risk1) \times (1 - Risk2) \times (1 - Risk3) \times \dots (1 - Riskn) \quad (11)$$

В этом случае в качестве множителей выступают не величины риска здоровью, а значения, характеризующие вероятность его отсутствия [14].

2.1.4 Оценка результатов расчетов потенциального риска развития негативных эффектов при воздействии загрязняющих атмосферный воздух веществ

Оценка результатов определения потенциального риска рефлекторного (острого) и длительного (хронического) воздействия проводится в соответствии с оценочной шкалой МР 2.1.10.0062-12 (табл. 8).

Также для более детальной оценки риска можно воспользоваться критериями таблицы 9 [15].

Таблица 8 – Шкала для оценки потенциального риска рефлекторного (острого) и длительного (хронического) воздействия

Уровень риска	Характеристика риска
Менее 0,05	Пренебрежимо малый (приемлемый, допустимый)
Более 0,05–0,35	Умеренный
Более 0,35–0,6	Высокий
0,6	Очень высокий

Таблица 9 – Критерии оценки величины потенциального риска немедленного (рефлекторного) действия длительного (хронического) воздействия

Категория риска	Уровень риска, % (доли единицы)
Приемлемый (минимальный)	До 5% (до 0,05)
Удовлетворительный	Свыше 5 до 16% (свыше 0,05 до 0,16)
Не удовлетворительный	Свыше 16 до 50% (свыше 0,16 до 0,50)
Опасный	Более 50% (более 0,50)
Чрезвычайно опасный	Близкий к 100% (близкий к 1,0)

2.2 Характеристика канцерогенного риска, обусловленного выбросами от автотранспорта

В составе выбросов от автотранспорта содержатся канцерогенные агенты, результатом воздействия которых на население может быть повышенный риск возникновения онкологических заболеваний. Среди них можно отметить такие, часто регистрируемые при исследованиях воздуха вблизи магистралей и относящиеся к 1 классу по классификации Международного агентства по изучению рака (т.е. с доказанной опасностью для человека) канцерогены, как бензол, БП, формальдегид, сажа, ТЧ. Кроме этих веществ могут находиться и другие соединения, представляющие различную по степени доказанности онкологическую опасность для человека. Уровень канцерогенов также как и неканцерогенов можно оценить с использованием коэффициентов и индексов опасности (HQ и HI), а также согласно Руководства 2.1.10.1920-2004 с учетом среднесуточной дозы (LADD) и фактора наклона (SF):

$$CR = LADD \cdot SF, \quad (12)$$

где: CR – число дополнительных случаев рака за счет воздействия канцерогенных веществ в экспонируемой группе;

LADD – среднесуточная доза, мг/(кг·день);

SF – фактор наклона, (мг/(кг·день))⁻¹.

Среднесуточная доза рассчитывается в соответствии таблицей 3.1 Приложения 3 указанного руководства по формуле:

$$LADD = [C \cdot IR \cdot ED \cdot EF] / [BW \cdot AT \cdot 365], \quad (13)$$

где:

LADD – средняя суточная доза или поступление, мг/(кг·день);

C – концентрация химического вещества; средняя концентрация, воздействующая в период экспозиции (мг/м³ или др.);

IR – скорость поступления воздуха, л/день (среднее суточное потребление воздуха – 20 л);

EF – частота воздействий, число дней/год;

ED – продолжительность воздействия, число лет;

BW – масса тела: средняя масса тела в период экспозиции, кг;

AT – время (период) осреднения экспозиции (для канцерогенов *AT* = 70 лет); 365 – число дней в году.

Фактор канцерогенного потенциала (фактор наклона – Slope Factor – *SF*) – наклон кривой «доза-ответ» в области низких доз. Факторы наклона канцерогенного потенциала определены в экспериментальных исследованиях на животных на основе использования линейной многоступенчатой модели и с учетом статистической экстраполяции с высоких доз, где наблюдаются эффекты в лабораторных условиях, на малые дозы, реально встречающиеся в объектах окружающей среды, при которых эффект в эксперименте не выявляется. Это мера дополнительного индивидуального канцерогенного риска или степень увеличения вероятности развития рака при воздействии канцерогена. Рассчитывается как верхняя 95% граница доверительного интервала наклона зависимости «доза-ответ» в

нижней линейной части кривой и определяется как арктангенс угла наклона между прямой линейной экстраполяцией и осью абсцисс (рисунок 5).

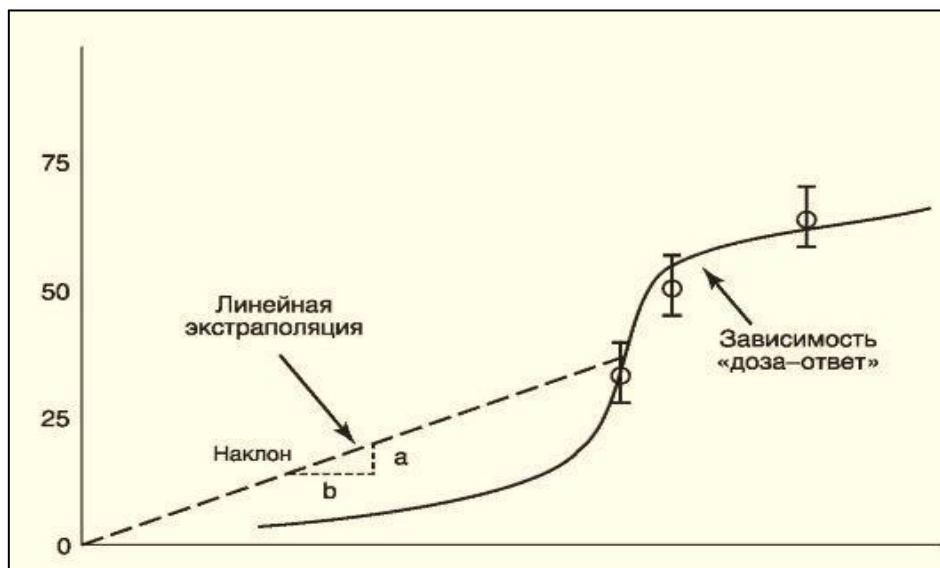


Рисунок 5 – Определение фактора наклона – *slope factor (SF)* канцерогена в экспериментальных исследованиях.

SF характеризует степень нарастания канцерогенных эффектов в % с увеличением действующей дозы. Факторы наклона разработаны отдельно для двух путей поступления: ингаляционного и перорального – и обычно выражаются в единицах – $1/(\text{мг}/(\text{кг}\cdot\text{день}))$ или $1 (\text{мг}/\text{кг}\cdot\text{день})^{-1}$.

Канцерогенный риск при комбинированном воздействии нескольких химических соединений рассматривается как аддитивный. Расчет суммарного канцерогенного риска проводится по формуле:

$$CR_{\text{комб}} = \sum CR_j, \quad (14)$$

где $CR_{\text{комб}}$ – общий канцерогенный риск при ингаляционном поступлении нескольких канцерогенных веществ;

CR_j – канцерогенный риск для j -го канцерогенного вещества.

Основными источниками информации о значениях факторов канцерогенного потенциала в порядке их приоритетности являются:

- рекомендации Роспотребнадзора – Р 2.1.10.1920.04 – Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду – приложение 2, табл. 2.4;

- публикации ВОЗ и других международных организаций;
- база данных IRIS (U.S. EPA), доступная через Интернет (адрес: <http://www.epa.gov/IRIS/whatsnew.htm> Integrated Risk Information System (IRIS) EPA's Office of Research and Development, National Center for Environmental Assessment–Наиболее приоритетная база данных о референтных уровнях воздействия и факторах канцерогенного потенциала, разрабатываемых экспертами Агентства США по охране окружающей среды.

Наряду с расчетами индивидуальных канцерогенных рисков проводится определение величин групповых (популяционных) рисков (PCR), отражающих дополнительное (к фоновому) число случаев злокачественных новообразований, способных возникнуть на протяжении жизни, вследствие воздействия исследуемого канцерогена:

$$PCR = CR \times POP, \quad (15)$$

где: CR – индивидуальный канцерогенный риск;

POP – численность группы населения, подвергающейся воздействию данного канцерогена, чел.

Данный показатель позволяет определить число лиц, подвергающихся канцерогенному риску и нуждающихся в определенных профилактических мероприятиях для его снижения.

2.3 Использование программного обеспечения для осуществления расчетов по оценке риска от воздействия атмосферных загрязнений

Для экспресс-оценки риска для здоровья населения, проживающего под влиянием выбросов от автотранспорта, может быть использована компьютерная программа, в которой реализован алгоритм расчета следующих коэффициентов и неблагоприятных эффектов от воздействия вредных химических факторов:

– коэффициента и индекса опасности;

- потенциального риска немедленного (рефлекторного) и длительного (хронического не канцерогенного) действия;
- вероятного времени наступления токсических эффектов, связанных с длительным (хроническим не канцерогенным) воздействием веществ;
- комбинированного риска.

Программа зарегистрирована в Реестре программ для ЭВМ, свидетельство о государственной регистрации № 2021661732, дата регистрации 14.07.2021. Технические характеристики: Операционная система – WindowsXP и выше; Язык: Microsoft Visual Basic; Объем программы – 452 кБ.

Программа позволяет ускорить расчеты для получения результатов оценки степени риска, связанного с уровнем загрязнения атмосферного воздуха населенных мест, определить размер группы риска, провести ранжирование территорий в зависимости от уровня риска и степени загрязнения воздушной среды, оценить значимость отдельных загрязнителей воздуха и их вклад в развитие неблагоприятных эффектов у населения.

Расчеты риска предусматривают использование как собственных результатов исследования загрязненности воздуха, так и данных, полученных в ходе проведения социально-гигиенического мониторинга.

В стартовое окно Программы вводятся сведения о месте отбора проб, из интегрированных в Программу таблиц выбираются химические вещества, характеризующие качество воздушной среды в контрольной точке, вносятся данные о фактических концентрациях загрязнителей и времени их воздействия (рисунок 6).

Далее Программа автоматически производит расчеты и оценки: коэффициента опасности, индекса опасности, потенциального риска немедленного (рефлекторного) действия, потенциального риска длительного (хронического) воздействия, вероятного времени наступления токсических эффектов, связанных с длительным (хроническим) воздействием веществ,

комбинированного риска, с учетом действия на критические органы и системы организма (рисунок 7).

Экспресс-оценка потенциального риска для здоровья населения, проживающего вблизи автомагистралей, обусловленного загрязнением воздушной среды автотранспортом

Старт Результат Помощь

Выбор загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест

Контрольная точка отбора проб атмосферного воздуха на исследуемой территории

Выбрать вещества

	Факт. МР	Факт. СС
☒ Азот диоксид	0.2	0.1
☐ Азот (II) оксид		
☐ Акролеин (акриловый альдегид)		
☒ Анилин	0.2	0.15
☐ Метанол		
☒ Сера диоксид	0.04	0.02
☐ Сероуглерод		
☐ Этилбензол, Венилбензол (Стирол)		
☐ Этилорганин (хлорметил)		
☐ диАлюминий триоксид		
☐ Бенз(а)пирен		
☐ Взвешенные вещества		
☐ Взвешенные частицы РМ10		
☐ Взвешенные частицы РМ 2,5		
☐ Железо (III) оксид		
☐ Кадмий оксид/в пересчете на кадмий		
☐ Кобальт		
☐ Кобальт оксид		
☐ Магний оксид		
☐ Марганец и его соединения		
☐ Медь оксид		
☐ Никель и его соединения		
☐ Никель оксид		
☐ Ртуть		
☐ Углерод/ Сажа		
☐ Свинец и его неорганические соединения		
☐ Углерод оксид		
☐ Гидроксидбензол (Фенол)		
☐ Формальдегид		
☐ Хром /в пересчете на хром(VI)оксид		
☐ Цинк оксид		

Рисунок 6 – Окно программы «Выбор загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест».

Программа формирует отчеты, которые могут быть экспортированы в таблицы Excel с информацией о категориях риска, уровне риска (в % и долях единицы), с краткой характеристикой ущерба для здоровья населения в точке контроля.

Таким образом, экспресс-оценка потенциального риска с использованием Программы, при наличии сведений о фактических концентрациях вредных веществ в атмосферном воздухе, позволяет в короткие сроки: выделить приоритетные загрязнители воздуха, оценить вклад отдельных загрязнителей в развитие неблагоприятных эффектов у

населения, провести предварительное ранжирование контрольных участков в зависимости от степени загрязнения воздушной среды и уровня потенциального риска, обосновать срочные мероприятия, направленные на снижение риска.

Экспресс-оценка потенциального риска для здоровья населения, проживающего вблизи автомагистралей, обусловленного загрязнением воздуха

Старт Результат Помощь

Риск острого воздействия на КОС

Риск острого (рефлекторного) воздействия

Вещество	Коэффициент опасности HQ MP	Оценка риска HQ MP	Потенциальный риск немедленного действия	Категория риска (по ПДК)
Азот диоксид	1	средний	0.0094	Приемлемый
Альдегид	1	средний	0.0794	Удовлетворительный
Сернистый диоксид	0.08	низкий	0.0000	Приемлемый

Индекс опасности HI острого действия 2.08; Уровень риска низкий

Комбинированный риск острого воздействия / 0.088; категория - умеренный риск

Экспресс-оценка потенциального риска для здоровья населения, проживающего вблизи автомагистралей, обусловленного загрязнением воздушной среды автотранспортом

Старт Результат Помощь

Риск острого воздействия на КОС

Риск острого (рефлекторного) воздействия

Вещество	Коэффициент опасности HQ CC	Оценка риска HQ CC	Коэффициент опасности HQ CG	Оценка риска HQ CG	Риск HQ3 ф (8)	Категория риска длительного воздействия (по ПДК)	Время загрязн. (лет)	Риск HQ3 ф (8)	Категория риска длительного воздействия (по ПДК)
Азот диоксид	1	средний	0.63	низкий	0.038	Приемлемый	1	0.0011	Приемлемый
Альдегид	1.5	средний	0.94	низкий	0.079	Удовлетворительный	1	0.0014	Приемлемый
Сернистый диоксид	0.4	низкий	не опр.	не опр.	0.015	Приемлемый	1	0.0004	Приемлемый

Индекс опасности HI (cc) 2.90; риск низкий

Индекс опасности HI (cg) 1.57; риск низкий

Комбинированный риск (CC) хронического воздействия 0.127; категория - умеренный риск

Экспресс-оценка потенциального риска для здоровья населения, проживающего вблизи автомагистралей, обусловленного загрязнением воздуха (ТММ, автотранспорт)

Старт Результат Помощь

Риск острого воздействия на КОС

Риск острого (рефлекторного) воздействия

Вещество	вероятное время наступления ТЭ	Оценка риска по величине ТЭ
Азот диоксид	40.00	вызывающий опасение
Альдегид	26.67	вызывающий опасение
Сернистый диоксид	не опр.	не опр.

Экспресс-оценка потенциального риска для здоровья населения, проживающего вблизи автомагистралей, обусловленного загрязнением воздушной среды автотранспортом

Старт Результат Помощь

Риск острого (рефлекторного) воздействия

Риск острого воздействия на КОС

Вещество	Органы дыхания	Нервная система	Серд.-сос. сист.	Глаза	Кровь	Почки	Гормоны	ЦНС	Зубы	Масса тела	Печень	Развитие	Иммунная система	Системная	Репрод. система	Рак	HQ
Азот диоксид	1																
Альдегид	1			1													
Сернистый диоксид	0.08																
HI для КОС	2.08	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Экспресс-оценка потенциального риска для здоровья населения, проживающего вблизи автомагистралей, обусловленного загрязнением воздушной среды автотранспортом

Старт Результат Помощь

Риск острого (рефлекторного) воздействия

Риск острого воздействия на КОС

Вещество	Органы дыхания	Нервная система	Серд.-сос. сист.	Глаза	Кровь	Почки	Гормоны	ЦНС	Зубы	Масса тела	Печень	Развитие	Иммунная система	Системная	Репрод. система	Рак	HQ
Азот диоксид	1																
Альдегид	1.5			1.5													
Сернистый диоксид	0.4																
HI для КОС	2.9	0	0	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Рисунок 7 – Окно программы «Оценка риска воздействия загрязняющих веществ».

РАЗДЕЛ 3. ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНОГО РИСКА РАЗВИТИЯ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ЭФФЕКТОВ У НАСЕЛЕНИЯ ПРИМАГИСТРАЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ АВТОТРАНСПОРТНОГО ШУМА

Отрицательные последствия воздействия шума на человека включают специфические (слуховые) воздействия на слуховой анализатор, и неспецифические (внеслуховые) – воздействия на организм в целом. Общей реакцией человека на шум является чувство раздражения, переходящее в психоэмоциональный стресс.

Процедура оценки предполагает определение потенциального риска развития возможных неблагоприятных эффектов, связанных с влиянием транспортного шума на население:

- *риск предъявления жалоб населением* (психологическая реакция человека на шум (раздражение) является пусковым механизмом формирования нервной и другой соматической патологии);
- *риск развития неспецифических эффектов* (неспецифическое воздействие шума выражается в нарушениях нервно-психической сферы и проявляется раньше, чем изменения в органе слуха);
- *риск развития специфической патологии* (тугоухость, неврит слухового нерва);

Для расчета риска возникновения неблагоприятных эффектов у населения рекомендуется использовать следующие уравнения, основанные на нормально-вероятностном распределении частоты эффектов [14] и с учетом требований МР 2.1.10.0059-12 (табл. 3 п.3.7; 3.8; 3.9):

- *расчет риска предъявления населением жалоб:*

$$Prob = -6,5027 + 0,0889 \times L_{экв}. \quad (16)$$

- *расчет риска развития неспецифических эффектов:*

$$Prob = -4,5551 + 0,0853 \times L_{экв}. \quad (17)$$

- *расчет риска развития специфической патологии:*

$$Prob = -6,6771 + 0,0704 \times L_{экв}. \quad (18)$$

где: $L_{экв}$ – эквивалентный уровень автотранспортного шума (дБА) на участке наблюдения.

Prob – промежуточный коэффициент, который связан с риском (Risk) в соответствии со стандартным нормально-вероятностным распределением частоты эффектов в соответствии с уравнением (8).

Перевод Prob в Risk проводится в соответствии с уравнением (8) или по таблице 7.

Уравнения (17) и (18) отражают «зависимость–ответ» при постоянном воздействии шума в течение суток (24 часа) и на протяжении всей жизни человека (70 лет). В случае если предполагаемое воздействие шума продолжается меньше, из значения $L_{экв}$ необходимо вычесть поправки на время действия в течение суток ΔL_1 (19) и общий период воздействия ΔL_2 (20):

$$\Delta L_1 = 10 \lg(24/T_1) \quad (19)$$

$$\Delta L_2 = 10 \lg(70/T_2) \quad (20)$$

где T_1 – среднее время (часы) действия шума в течение суток;

где T_2 – общий период воздействия (годы).

Пример расчета рисков от воздействия шума приведен в Приложении Е.

3.1 Оценка результатов расчетов потенциального риска от воздействия транспортного шума

Итоговая оценка риска от воздействия транспортного шума выражается в долях единицы или в процентах (максимальный размер группы риска (в %), где потенциально могут проявиться неблагоприятные эффекты, связанные с вредным воздействием шума). Оценка потенциального риска развития неблагоприятных эффектов от воздействия транспортного шума проводится по критериям таблицы 10 и таблицы 11 [16].

Результаты оценки потенциального риска, связанного с воздействием транспортного шума и атмосферных загрязнений, позволяют определить количественные и качественные характеристики риска и оценить его значимость для здоровья населения прилегающих территорий.

Таблица 10 – Критерии для оценки величины потенциального риска предъявления жалоб населения и развития специфических эффектов

Уровень риска	в %	в долях ед.
Приемлемый	до 2%	до 0,02
Удовлетворительный	2–16%	0,02–0,16
Неудовлетворительный	16–50%	0,16–0,50
Опасный	>50%	>0,50
Чрезвычайно опасный	100%	1

Таблица 11 – Критерии для оценки величины потенциального риска развития неспецифических эффектов

Уровень риска	в %	в долях ед.
Приемлемый	до 5%	до 0,05
Вызывающий опасение	5–16%	0,05–0,16
Опасный	16–50%	0,16–0,50
Чрезвычайно опасный	50–84%	0,50–0,84
Катастрофический	100%	1

3.2 Использование программного обеспечения для расчета риска для здоровья населения при воздействии транспортного шума

С целью автоматизации расчетов, унификации оценки результатов и снижения затрат времени специалистами при анализе риска сотрудниками ФБУН «Нижегородский НИИ гигиены и профпатологии» Роспотребнадзора была разработана программа для ЭВМ «Оценка потенциального риска здоровью населения от воздействия транспортного шума» (зарегистрирована в Реестре программ для ЭВМ, свидетельство о государственной регистрации № 2020661425 от 23.09.2020. Технические характеристики: Операционная система – Windows XP и выше; Язык: Microsoft Visual Basic 6 SP6; Объем программы – 396 кБ).

Программа предназначена для проведения предварительной экспресс-оценки потенциального риска здоровью населения, проживающего в зоне влияния улично-дорожной сети и подвергающегося воздействию

транспортного шума. Расчет потенциального риска позволяет определить вероятность возникновения неблагоприятного эффекта, связанного с акустическим загрязнением и размер группы риска (в % или долях единицы), т.е. количество населения, у которых потенциально могут проявиться неблагоприятные эффекты, связанные с воздействием шума.

В Программе использованы методические подходы на основе теоретической модели действия шума (А.В. Киселев, 1996), основанной на экспериментальных данных и медицинской статистике, а также Методические рекомендации МР 2.1.10.0059-12 «Оценка риска здоровью населения от воздействия транспортного шума» и Инструкция 2.1.8.10-12-3-2005 «Оценка риска здоровью населения от воздействия шума в условиях населенных мест» Республики Беларусь, в основе которых – определение вероятности развития неблагоприятных эффектов нарушения здоровья [16].

Программа предусматривает использование и интегрирование информации, предварительно полученной экспертами на этапах идентификации опасности и оценки воздействия (экспозиции) шума на человека: количественные значения уровней шума и продолжительности его воздействия на население.

Работа с Программой начинается с ввода данных о месте проведения измерений, уровнях эквивалентного шума на территории жилой застройки и времени его воздействия. Далее, в зависимости от того какой риск планируется рассчитать, в интерфейсе программы можно выбрать следующие кнопки: риски неспецифических эффектов, риск развития специфической патологии, и риск предъявления населением жалоб (на шум). После чего Программа автоматически рассчитает потенциальные риски развития неблагоприятных эффектов, в случае необходимости, с учетом поправок на время воздействия (рисунок 8).

Результат выполненных расчетов отображается в долях единицы и процентах (максимальный размер группы риска в %, где потенциально могут проявиться неблагоприятные эффекты, связанные с воздействием шума).

Оценка потенциального риска здоровью населения от воздействия транспортного шума

Старт Результат Помощь

Ввод данных

Место проведения измерений (расчетная точка) г.Нижний Новгород, ул.Генкиной, 39а

Эквивалентный уровень звука в расчетной точке (Lэкв в дБА) 49

Среднее время действия шума в течение суток (часы) 12

Общий период воздействия (годы) 70 dL1 3,0102999 dL2 0

Риск неспецифических эффектов Риск развития специфической патологии Риск предъявления жалоб населением (на шум)

Рисунок 8 – Окно Программы для ввода данных.

Риски в Программе оцениваются по 5-уровневой шкале: «приемлимый», «удовлетворительный», «неудовлетворительный», «опасный» и «чрезвычайно опасный». Итоговый отчет включает не только числовые данные, но и оценку степени значимости уровней риска (рисунок 9).

Предварительная экспресс-оценка и полученная в результате использования Программы информация об уровнях потенциального риска может быть полезна исследователям для решения ряда задач, в частности, для определения и поиска зон контроля в жилой зоне, ранжирования участков по степени риска для здоровья населения, обоснования решений о сокращении или проведении дополнительных исследований в мониторинговой точке, проведения мероприятий по организации транспортных потоков, профилактике среди населения заболеваний и др.

Оценка потенциального риска здоровью населения от воздействия транспортного шума

Старт Результат Помощь

Оценка потенциального риска здоровью населения от воздействия транспортного шума

Дата, время

Место проведения измерений (расчетная точка)

Эквивалентный уровень звука в расчетной точке (Lэкв в дБА) Среднее время действия шума в течение суток (часы) Общий период воздействия (годы)

-Результаты расчета-

Риск предъявления жалоб населения	0,0079 0,79%	Приемлемый
Риск развития неспецифических эффектов	0,2636 26,36%	Опасный
Риск развития специфической патологии	0,0003 0,03%	Приемлемый

Рисунок 9 – Окно Программы с итоговым отчетом оценки потенциального риска.

Дифференцированный подход при детальном анализе риска позволит специалистам «сфокусировать» свои исследования на «опасных» участках и еще до окончания оценочных работ предложить первоочередные мероприятия, направленные на снижение неблагоприятного воздействия шума.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Реализация изложенных в настоящем учебном пособии подходов и этапов оценочных работ позволяет:

- оценить опасность и значимость отдельных загрязнителей атмосферного воздуха, и их вклад в развитие неблагоприятных эффектов у населения;
- рассчитать потенциальный риск неблагоприятного воздействия на здоровье населения загрязняющих атмосферный воздух компонентов выбросов и шума от автотранспорта, определить размеры групп риска;
- провести ранжирование территорий, прилегающих к уличной дорожной сети, в зависимости от уровня потенциального риска здоровью населения;
- выделить приоритетные территории для мониторинга, анализа и более детального исследования;
- обосновать первоочередные мероприятия, направленные на профилактику и снижение риска до величины приемлемого (минимального).

Полученные результаты расчетов и оценок должны быть тщательно проанализированы с целью получения достоверных, качественных и количественных характеристик риска для здоровья населения, которые рекомендуется оформить в виде отчета (заключения). В отчете (заключении) должны быть отражены не только полученные выводы, но и необходимость проведения оценки риска по полной (базовой) схеме на «проблемных» по уровню риска участках и предложены первоочередные мероприятия по снижению негативного воздействия на население химической и акустической нагрузки.

Мероприятия по защите прилегающих к автодорогам территорий от транспортного шума и химического загрязнения определяются категорией автомобильной дороги, интенсивностью движения, характером застройки

территории. Так, в условиях уже существующей многоэтажной застройки можно рекомендовать следующие первоочередные мероприятия:

- организация движения грузовых автомобилей вне селитебной территории;
- полное или частичное (по времени) ограничение или запрещение движения грузовых автомобилей;
- ограничение скорости транспортных потоков до 40 км/час;
- установка шумозащитных экранов средней и большой высоты;
- комбинирование вышеперечисленных мероприятий.

Результаты проведенной экспресс-оценки помогут экспертам сконцентрировать свою работу на «проблемных» (по уровню риска) участках, определить последовательность проведения глубоких и детальных оценок, необходимых для разработки комплексных мер по оздоровлению среды, а также могут быть использованы при осуществлении социально-гигиенического мониторинга, разработке и планировании мероприятий по снижению риска.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2020 году. Государственный доклад. – М.: Минприроды России; МГУ имени М.В. Ломоносова, 2021. – 864 с. URL: https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/gosudarstvennyy_doklad_o_sostoyanii_i_ob_okhrane_okruzhayushchey_sredy_rossiyskoy_federatsii_v_2020/ (дата обращения: 31.01.2022).

2. Иваненко А.В., Судакова Е.В., Скворцов С.А., Бестужева Е.В. Оценка риска здоровью населения от воздействия атмосферных загрязнений на отдельных территориях города Москвы // Гигиена и санитария. – 2017. – № 96 (3). – С. 206-211. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-3-206-211>.

3.Филлипова Р.В. Влияние автомобильного транспорта на изменение климата, экологию городов и здоровье населения // Перспективы развития транспортного комплекса: материалы III Международ. заоч. науч.-практ. конф. (Минск, 3–5 октября 2017 г.) / Белорус. науч.-исслед. ин-т трансп. «Транстехника»; редкол.: А.В. Королев, В.С. Миленский, З.В. Машарский; рец.: Л.И. Гречихин, А.Г. Капустин. – Минск: БелНИИТ «Транстехника», 2017. – 268 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32631370> (дата обращения: 16.09.2021).

4. Чуенкова Г.А., Карелин А.О., Аскарлов Р.А., Аскарова З.Ф. Оценка риска здоровью населения города Уфы, обусловленного атмосферными загрязнениями // Гигиена и санитария. – 2015. – № 94 (3). – С. 24-29.

5. Ушаков И.Б., Клепиков О.В., Попов В.И., Самодурова Н.Ю. Воздействие городского автотранспортного шума с оценкой риска здоровью населения // Гигиена и санитария. – 2017. – № 96 (9). – С. 904-909. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-9-904-909>.

6. Эру М.Е., Браубах М., Дрмак Д., Король Н., Паунович Е., Застенская И. Краткий обзор текущей деятельности Европейского регионального бюро

ВОЗ относительно воздействия шума окружающей среды на здоровье // Гигиена и санитария. – 2014. – № 93 (5). – С. 25-28.

7. Васильев А.В. Подходы к оценке экологического риска при воздействии акустических загрязнений / Экология и промышленность России. – 2018. – Т. 22. – № 2. – С. 25–27. <https://elibrary.ru/item.asp?id=32431022> (дата обращения: 30.12.2021).

8. Васильев В.А., Ксенофонтова В.К. Шум автомобильного транспорта / Noise Theory and Practice. – 2020. – Т. 6. – № 1 (19). – С. 66-76. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_42635556_25467049.pdf (дата обращения: 31.01.2022).

9. Васильев А.В. Мониторинг физических загрязнений урбанизированных территорий: особенности, опыт, перспективы / 9-е Лукашинские чтения. Проблемы и перспективы развития автотранспортного комплекса: сборник докладов Международной научно-технической конференции, Москва, 29 января 2021 г. – М.: МАДИ, 2021. – 594 с. (С. 500-514). URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_45703672_53476693.pdf (дата обращения: 30.12.2020).

10. Санник А.О., Егоров А.Л., Черняков Е.Н., Чернякова О.О. Комплексная оценка влияния динамических характеристик автотранспортного потока на уровень загрязнения окружающей среды города // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5 – С. 43. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_20992086_19094979.pdf (дата обращения: 02.02.2022).

11. Федотова И.В., Потапова И.А., Краснова С.А., Зуев А.В., Васильева Т.Н. Бенз(а)пирен как показатель загрязнения воздуха примагистральной зоны // Материалы Международного Форума Научного совета РФ «Экологические проблемы современности выявления и предупреждения неблагоприятного воздействия антропогенно детерминированных факторов и климатических изменений на окружающую

среду и здоровье населения», 14–15 декабря 2017 г. – Воронеж, 2017. – С. 518-521.

12. Федотова И.В., Некрасова М.М., Зуев А.В. Оценка риска воздействия химической нагрузки на здоровье населения, проживающего вблизи автомагистралей крупного города // Материалы I Национального конгресса с международным участием по экологии человека, гигиене и медицине окружающей среды «СЫСИНСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2020», 19–20 ноября 2020 г. /Под ред. акад. РАН, д.м.н., проф. Ю.А. Рахманина. – Москва: ФГБУ «ЦСП» ФМБА России, 2020. – С. 383-388 <http://www.sysin.ru/assets/files/новости/конференции/материалы-сч2020.pdf>

13. Лим Т.Е. Влияние транспортных загрязнений на здоровье человека. Обзор литературы // Экология человека. – 2010. – № 1. – С. 4–9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-transportnyh-zagryazneniy-na-zdorovie-cheloveka-obzor-literatury/viewer> (дата обращения: 02.02.2022).

14. Киселев А.В. Оценка риска здоровью в медико-экологических исследованиях и практике управления качеством окружающей среды (методические подходы). – СПб, Дейта. – 1996. – 62 с.

15. Инструкция по применению «Оценка риска для жизни и здоровья населения от воздействия загрязняющих веществ в атмосферном воздухе». – Утв. Заместителем министра здравоохранения – Главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 31 августа 2017 г.

16. Инструкция 2.1.8.10-12-3-2005 «Оценка риска здоровью населения от воздействия шума в условиях населенных мест», Республика Беларусь.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

1. Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии» от 30.03.1999 № 52-ФЗ (последняя редакция).
2. Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха» от 04.05.1999 N 96-ФЗ (в действующей редакции).
3. Положение о проведении социально-гигиенического мониторинга (утв. Постановлением Правительства РФ № 60 от 02.02.2006).
4. Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду». – М: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.
5. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». – I. Гигиенические нормативы содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений: табл. 1.1 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений»; табл. 1.2 «Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений».
6. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». – V. Физические факторы (за исключением ионизирующего излучения): табл. 5.35 «Нормируемые параметры шума в октавных полосах частот, эквивалентных и максимальных уровней звука проникающего шума в помещениях жилых и общественных зданий и шума на селитебной территории».
7. РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы».
8. ГОСТ Р 56929-2016 «Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Исследование фракционного состава пыли оптическим методом при нормировании качества атмосферного воздуха».
9. ГОСТ Р 56162-2019 «Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Метод расчета количества выбросов загрязняющих веществ в атмосферу потоками автотранспортных средств на автомобильных дорогах разной категории».
10. ГОСТ 17.2.3.01-86 «Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов»
11. ГОСТ Р 53187-2008 «Акустика. Шумовой мониторинг городских территорий».
12. ГОСТ 23337-2014 «Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий».
13. ГОСТ 20444-2014 «Шум. Транспортные потоки. Методы определения шумовой характеристики».

14. ГОСТ 32965-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Методы учета интенсивности движения транспортного потока.

15. Методические указания МУК 4.3.2194-07 «Контроль уровня шума на территории жилой застройки, в жилых и общественных зданиях и помещениях».

16. Методические рекомендации МР 2.1.10.0062-12 «Количественная оценка неканцерогенного риска при воздействии химических веществ на основе построения эволюционных моделей».

17. Методические рекомендации МР 2.1.10.0059-12 «Оценка риска здоровью населения от воздействия транспортного шума».

18. «Методика определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха», утвержденная приказом Минприроды России от 27.11.2019 № 804.

19. «Методика определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов», утвержденная приказом Госкомэкологии России N 66 от 16 февраля 1999 года.

20. МР 2.1.10.0156-19 Методические рекомендации «Оценка качества атмосферного воздуха и анализ риска здоровью населения в целях принятия обоснованных управленческих решений в сфере обеспечения качества атмосферного воздуха и санитарно-эпидемиологического благополучия».

21. МР 2.1.6.0157-19 «Формирование программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха и количественная оценка экспозиции населения для задач социально гигиенического мониторинга», данных предыдущего этапа оценки риска «идентификация опасности».

Схема 1. Алгоритм оценки потенциального риска для здоровья населения от воздействия загрязненного автотранспортом атмосферного воздуха

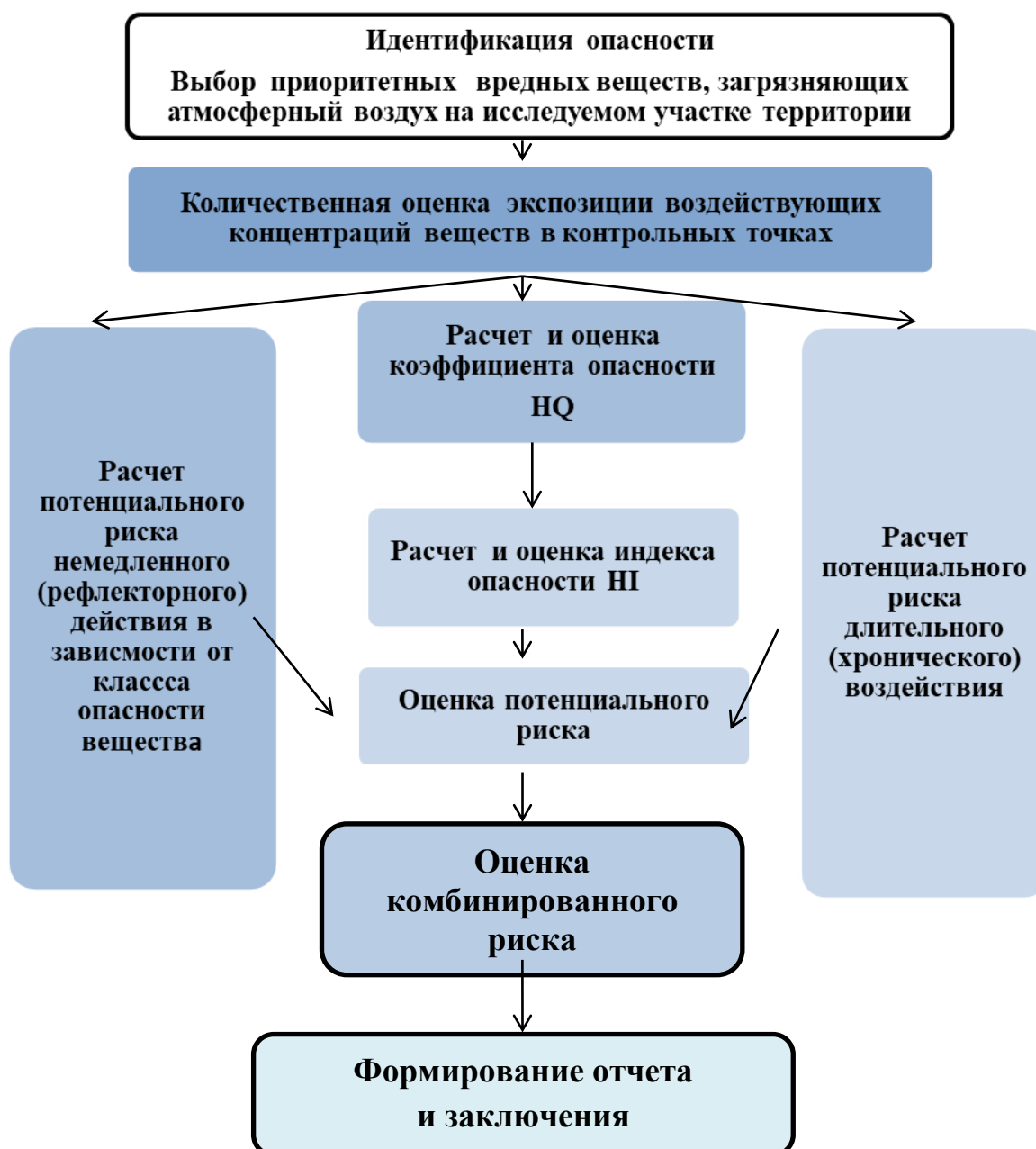


Схема 2. Алгоритм оценки потенциального риска для здоровья населения от воздействия автотранспортного шума



Форма (рекомендуемая) полевого журнала наблюдения за составом и интенсивностью транспортного потока

Адрес (точка наблюдения): _____

Дата проведения: _____
число, месяц год

Время наблюдения: _____
час

Число полос движения _____

Тип автомобиля	*Количество автотранспортных средств по видам в потоке за временной интервал наблюдения 20 минут			Итого шт.	ИТП ед /час	Доля в составе ТП (%)
	с ____ ч до ____ ч	с ____ ч до ____ ч	с ____ ч до ____ ч			
Легковые автомобили						
Грузовые автомобили						
Автобусы						

*число транспортных средств, проходящих через поперечное сечение дороги в обоих направлениях в единицу времени (Т-20 мин.).

Сведения о критических органах/системах, поражаемых на уровне пороговых доз (концентраций) для некоторых загрязняющих веществ

CAS	Вещество	Критические органы/системы
10102-44-0	Азот диоксид	органы дыхания, кровь (образование MetHb)
10102-43-9	Азот оксид	органы дыхания, кровь (образование MetHb)
50-32-8	Бенз(а)пирен	рак, риск 1E-5, 1 нг/м\ иммун., развитие
	Взвешенные частицы с размерами менее 10 мкм	органы дыхания, смерти., серд.-сос. система, развитие
	Взвешенные частицы с размерами менее 2,5 мкм	органы дыхания, смерти
	Сажа	органы дыхания; системн., зубы
7439-92-1	Свинец	ЦНС, кровь, развитие, репрод. сист., гормон., почки
7446-09-5	Сера диоксид	органы дыхания, смертность
630-08-0	Углерод оксид	кровь, серд.-сос. сист., развитие, ЦНС
50-00-0	Формальдегид	органы дыхания, глаза, иммун. (сенсб.)

Методическое обеспечение исследований по определению содержания в атмосферном воздухе: взвешенных частиц, оксид углерода, диоксид азота, формальдегида, металлов, бенз(а)пирена

1. Определение содержания недифференцированных по составу взвешенных частиц в атмосферном воздухе осуществляется в соответствии с РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы. Пыль (взвешенные частицы)» гравиметрическим методом. Воздух со скоростью 100 дм³/мин аспирируется через фильтры АФА-ВП. Относительная погрешность методики не превышает $\pm 25\%$ (при доверительной вероятности $P = 0,95$).

2. Определение содержания оксида углерода в атмосферном воздухе может осуществляться с использованием газоанализатора универсального ГАНК-4 (АР) согласно «Руководству по эксплуатации». Измерение проводится путем оценки среднего значения концентрации оксида углерода при непрерывном измерении в течение выделенного промежутка времени. Предел допускаемой основной погрешности $\pm 20\%$.

3. Определение содержания диоксида азота в атмосферном воздухе осуществляется фотометрическим методом согласно методике РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы. Диоксид азота: отбор в барботеры». Воздух со скоростью 0,4 дм³/мин аспирируется через поглотительные приборы с пористой пластиной, заполненные раствором йодистого калия. Раствор с отобранной пробой подвергается воздействию сульфаниловой кислоты и 1-нафталина. Образующийся в результате реакции азокраситель определяется фотометрически путем исследования оптической плотности растворов при длине волны 520 нм в кювете с толщиной оптического пути 1 см. Суммарная погрешность определения $\pm 25\%$ (при доверительной вероятности $P = 0,95$).

4. Определение содержания формальдегида в атмосферном воздухе осуществляется фотометрическим методом в соответствии с РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы. Формальдегид. Метод с ацетилацетоном». Пары формальдегида улавливаются в поглотительные приборы Рыхтера, заполненные раствором ацетилацетона в среде уксуснокислого аммония. Пробы в поглотительных приборах помещаются в водяную баню при 40°C и выдерживаются 30 мин. После охлаждения измеряется оптическая плотность при 412 нм по отношению к нулевому раствору в кюветах с расстоянием между рабочими гранями 10 мм. Границы относительной погрешности $\pm 20\%$ (при доверительной вероятности $P = 0,95$).

5. Определение содержания металлов в атмосферном воздухе осуществляется спектрометрическим методом. Металлы улавливаются на аэрозольный фильтр АФА-ХА путем прокачивания воздуха со скоростью

100 дм³/мин. Алюминий, свинец и марганец переводятся в растворенную форму методом мокрого озоления. С целью определения свинца и марганца полученные растворы анализируются на атомно-абсорбционном спектрометре согласно методике РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы. Железо, кадмий, кобальт, магний, марганец, медь, никель, свинец, хром, цинк (атомно-абсорбционный метод)». Раствор алюминия анализируется на атомно-абсорбционном спектрометре с электротермической атомизацией в соответствии с ГОСТ 18165-2014 «Вода. Методы определения содержания алюминия». Концентрации металлов определяются путем измерения селективного поглощения их атомами внешнего света определенной длины волны. Суммарная погрешность определения металлов $\pm 15\%$ (при доверительной вероятности $P = 0,95$).

6. Определение содержания бенз(а)пирена в атмосферном воздухе осуществляется методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с использованием флуориметрического детектора согласно методике М 02-14-2002 (ФР.1.31.2003.00772). Пары БП улавливаются на аэрозольный фильтр АФА-ХП со скоростью 100 дм³/мин. БП извлекается в гексан, экстракт концентрируется с помощью ротационного испарителя. Полученный раствор подвергается хроматографическому разделению с последующим анализом интенсивности флуоресценции. Границы относительной погрешности $\pm 25\%$ (при доверительной вероятности $P = 0,95$).

Пример расчета потенциальных рисков от воздействия автотранспортного шума на участке наблюдения

1. Участок наблюдения № 1.

Измеренный усредненный эквивалентный уровень шума в 2 м от фасада здания – 69 дБА превышает нормируемый уровень на 5 дБА (ПДУ, с учетом поправки +10дБА, 65дБА), что позволяет предположить негативное влияние шума и необходимость проведения расчетов потенциального риска развития неблагоприятных эффектов у население на данном участке.

2. Расчеты риска.

Расчет риска неспецифических эффектов:

$$\text{Prob} = -4.5551 + 0.0853 \times (L_{\text{экв.}} \times 10 \lg(24/12)) = -4.5551 + 0.0853 \times (53.5 - 3) = -0.24$$

По таблице 7 находим значение Risk=0,405

По таблице 11 такой уровень риска оценивается как «опасный» (приемлемый уровень менее 0,05)

Расчет риска предъявления жалоб населением:

$$\text{Prob} = -6.5027 + 0.0889 \times L_{\text{экв.}} = -6.5027 + 0.0889 \times 53,5 = -1,74$$

По таблице 7 находим значение риска, соответствующее числу «-1,74» (Risk=0,040)

По критериям таблицы 10 оцениваем уровень риска как удовлетворительный (приемлемый уровень менее 0,02).

Расчет риска специфической патологии:

$$\text{Prob} = -6.6771 + 0.0704 \times (L_{\text{экв.}} \times 10 \lg(24/12)) = -6.6771 + 0.0704 \times (53.5 - 3) = -3.1$$

По таблице 6 значение Risk<0,001

Такой уровень риска по таблице 10 (приемлемый уровень менее 0,02) практически не значим.

3. Заключение

Эквивалентного уровень шума в 69 дБА на участке № 1, возможно, обусловит риск развития неспецифических эффектов, проявляющийся в виде головной боли, повышенной утомляемости, раздражительности и т.д. у 40% населения (опасный уровень).

Потенциальный риск предъявления жалоб населением, проживающим в данных условия, находится в пределах до 0,04 и оценивается как удовлетворительный.

Потенциальный риск развития специфической патологии среди населения практически отсутствует (Risk<0,00001).

Расчет коэффициента опасности для оценки риска развития нарушений в критических органах и системах при остром воздействии отдельных веществ и индекса опасности при их комбинированном воздействии

В примере для расчетов и оценки риска использованы гипотетические максимальные разовые концентрации содержания веществ в атмосферном воздухе:

1. Азота оксид ($\text{NO} - 0,5 \text{ мг/м}^3$);
2. Взвешенные вещества ($\text{ТЧ} - 0,2 \text{ мг/м}^3$);
3. Сера диоксид ($\text{SO}_2 - 0,5 \text{ мг/м}^3$).

До начала расчетов из перечисленных веществ необходимо выделить вещества одностороннего действия и выяснить возможность их комбинированного воздействия на критические органы/системы.

Сопоставляя эффекты, которые они оказывают на критические органы/системы на уровне пороговых доз, используя Приложение 2 Р 2.1.10.1920-04, выясняем, что все три вещества обладают односторонним действием на один критический орган /систему – органы дыхания.

При комбинированном поступлении нескольких веществ одностороннего действия, риск развития неблагоприятных эффектов на критический орган (систему) характеризует индекс опасности (HI), который представляет собой сумму коэффициентов опасности (HQ) каждого отдельного вещества.

1. Рассчитаем коэффициент опасности для каждого отдельного вещества по формуле: $\text{HQ} = \text{AC}/\text{ARfC}$ (2).

При проведении оценки риска острого воздействия, в формуле для расчета необходимо использовать измеренные максимальные разовые (См.р.) или среднесуточные концентрации веществ (Сс.с.) и соответственно референтные концентрации (ARfC) для острых ингаляционных воздействий (табл. 2, Приложение 2, Р 2.1.10.1920-04):

1. $\text{HQ} = 0,5/0,7 = 0,69$
2. $\text{HQ} = 0,2/0,3 = 0,66$
3. $\text{HQ} = 0,5/0,66 = 0,75$

Оценку риска каждого вещества по величине HQ проводим по таблице 5.

Так как значения HQ каждого вещества не превышает 1,0, то вероятность развития вредных эффектов характеризуется как допустимая. При этом более высокий коэффициент опасности соответствует диоксиду серы (SO_2), что определяет приоритетность этого вещества перед другими.

2. Далее рассчитываем комбинированный риск, для чего определяем индекс опасности (HI) по формуле – $\text{HI} = \sum \text{HQ}_i$ (3):

$$\text{HI} = 0,69 + 0,67 + 0,75 = 2,1$$

Уровень риска развития неблагоприятных эффектов по величине HI определяем по таблице 6.

При оценке суммарного влияния веществ с однонаправленным действием в качестве допустимого уровня допускается принимать $HI = 3$ при условии, когда ни у одного из компонентов HQ не превышает 1. Если это условие не соблюдается, то оценка риска проводится по веществу с максимальным значением HQ . В нашем случае HQ каждого из компонентов не превышает 1, поэтому допустимым уровнем является $HI = 3$. Полученное при расчетах значение $HI = 2,1$ укладывается в интервал допустимых значений.

3. Заключение: риск развития нарушений в органах дыхания при остром комбинированном ингаляционном воздействии указанных веществ (в принятых для расчетов концентрациях) – допустимый, что не требует проведения дополнительных профилактических мероприятий.

КОНТРОЛИРУЮЩИЕ ЗАДАНИЯ

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какой универсальный показатель используется для оценки качества воздушной среды городов?
2. Распространенность каких заболеваний связывают с загрязнением атмосферного воздуха?
3. Содержание каких веществ в воздухе наиболее характерно при загрязнении от выбросов автотранспорта?
4. Мониторинг каких соединений считается приоритетным при оценке воздуха примагистральной зоны?
5. Перечислите основные нормативно-методические документы, регламентирующие организацию мониторинга качества атмосферного воздуха.
6. Назовите основные правила организации отбора проб воздуха для оценки уровня загрязнения от автотранспорта.
7. Какие показатели используются для оценки риска для здоровья при загрязнении атмосферного воздуха?
8. Что такое «фактор канцерогенного потенциала» и для чего он используется?
9. Какие основные задачи необходимо решить на этапе идентификации шумового загрязнения примагистральной территории от транспортных потоков?
10. Что включает в себя оценка экспозиции шума от транспортных потоков?
11. Какие основные шумовые характеристики транспортных потоков подлежат измерению и анализу?
12. Что такое «фоновый шум» и для чего измеряется его уровень при контроле шумовых характеристик транспортных потоков?
13. Какие уровни звука и эквивалентные уровни звука на территории, непосредственно прилегающие к жилым домам, в дневное и ночное время считаются допустимыми в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21?
14. Какие отрицательные последствия воздействия шума на человека включают специфические (слуховые) и неспецифические (внеслуховые) эффекты?
15. В чем выражается итоговая оценка потенциального риска развития неблагоприятных эффектов, связанного с вредным воздействием автотранспортного шума?

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАЧИ (ВОПРОСЫ)

1. Что относится к динамическим характеристикам транспортных потоков:

- 1) Структура (состав) транспортного потока;
- 2) Скорость транспортного потока;
- 3) Протяженность транспортного потока;
- 4) Интенсивность транспортного потока;

Варианты ответов:

- а) 1,2,3,4 б) 1,2,3 в) 1,2,4 г) 3,4

2. Универсальным международным показателем состояния атмосферного воздуха городов является:

- 1) ПДК
- 2) индекс качества воздуха
- 3) коэффициент опасности
- 4) индекс опасности

Варианты ответов:

- а) 1 б) 2 в) 3 г) 4

3. Индекс опасности это:

1) отношение действующей дозы (концентрации) загрязняющего вещества к его безопасному (референтному) уровню

2) количественная характеристика вредных эффектов, способных развиться у человека в результате воздействия факторов среды обитания

3) сумма коэффициентов опасности для загрязняющих веществ с однородным механизмом действия

4) сумма коэффициентов опасности для разных путей поступления загрязняющего вещества

Варианты ответов:

- а) 3,4 б) 1 в) 2 г) 1,4

4. Приемлемый риск это:

1) вероятность возникновения немедленных эффектов при воздействии факторов среды обитания, проявляющихся непосредственно в момент воздействия (неприятные запахи, раздражающие эффекты, различные физиологические реакции и др.)

2) вероятность развития угрозы жизни или здоровью человека либо угрозы жизни или здоровью будущих поколений, обусловленная воздействием факторов среды обитания

3) уровень риска развития неблагоприятного эффекта, который не требует принятия дополнительных мер к его снижению

4) вероятность возникновения специфического действия факторов среды обитания, проявляющегося в возникновении специфических заболеваний или канцерогенных, иммуно-, эмбриотоксических и других подобных эффектов

Варианты ответов:

а) 1,2 б) 4 в) 3 г) 2

5. Этапы оценки риска включают:

- 1) идентификацию опасности
- 2) оценку экспозиции
- 3) анализ показателей опасности
- 4) характеристика риска

Варианты ответов:

а) 1,2,3,4 б) 1,2,4 в) 2,3,4 г) 1,2,3

6. Программа мониторинга атмосферного воздуха проводится с учетом требований следующих нормативно-методических документов:

- 1) ГОСТ 17.2.3.01-86
- 2) МР 2.1.6.0157-19
- 3) Р 2.2.10.1920-04
- 4) ГОСТ Р 53187-2008

Варианты ответов:

а) 1,3,4 б) 2,3 в) 1,2,3,4 г) 1,2

7. В перечень приоритетных веществ для оценки опасности загрязнений от автотранспорта следует включать:

- 1) оксиды азота и углерода, твердые частицы
- 2) диоксид серы, формальдегид, бенз(а)пирен
- 3) диоксид углерода, акролеин, бензол
- 4) свинец, медь, алюминий

Варианты ответов:

а) 1,2,3,4 б) 1,2 в) 3,4 г) 2,4

8. Фактор наклона кривой «доза-ответ» используется для:

- 1) расчета канцерогенного риска
- 2) определения уровня опасности химического соединения

3) характеристики нарастания канцерогенных эффектов с увеличением действующей дозы

4) расчета уровня безопасной продолжительности воздействия

Варианты ответов:

а) 1,4 б) 1,3 в) 2,3 г) 1,3,4

9. Какие шумовые характеристики автотранспортных потоков характеризуют спектральный состав шума:

1) Уровень звукового воздействия L_E , дБ

2) Максимальные уровни звука L_{Amax} , дБА

3) Эквивалентные уровни звука L_{Aeq} , дБА

4) Эквивалентные уровни звукового давления L_{Aeq} окт, дБ

Варианты ответов:

а) 1,3,4 б) 2,4 в) 1,4 г) 4

10. Сколько раз в течение суток измеряются шумовые характеристики транспортных потоков на участке наблюдения:

1) Допускается измерять один раз: днем в интервале от 9.00 до 19.00 ч

2) Не менее двух раз: днем в интервале от 9.00 до 19.00 ч и вечером в интервале от 19.00 до 23.00 ч

3) Не менее трех раз: утром в интервале от 7.00 до 9.00 ч, днем в интервале от 9.00 до 19.00 ч и вечером в интервале от 19.00 до 23.00 ч

Варианты ответов:

а) 1,3 б) 1,2 в) 1,2,3 г) 3

11. В каких точках наблюдения рекомендуется проводить измерения уровней шума от транспортных потоков:

1) Не менее чем в 5-ти точках:

– 7,5 м от оси ближайшей полосы движения транспорта

– в 2 м от фасадов домов, обращенных к магистралям (2–3 точки)

– на придомовой территории (двор, площадки для отдыха, детские площадки)

2) Не менее чем в 3-х точках:

– 1,5 м от края полосы движения транспорта

– в 2 м от фасада дома, обращенного к магистрали

– в 2 м от фасада во дворе дома

3) В 7,5 м от оси ближайшей полосы движения транспорта

Варианты ответов:

а) 1,2,3 б) 1 в) 2 г) 3.

12. Оценка потенциального риска здоровью населения, проживающего в зоне влияния улично-дорожной сети и подвергающегося воздействию транспортного шума, включает:

- 1) Расчет дополнительного (атрибутивного) совокупного риска нарушений здоровья, связанного с шумовым фактором
- 2) Расчет риска развития неспецифических эффектов
- 3) Расчет индивидуального риска отдельных видов нарушений здоровья
- 4) Расчет риск развития специфической патологии
- 5) Расчет риска предъявления жалоб населением

Варианты ответов:

- а) 1,2,3 б) 2,3,5 в) 2,4,5 г) 1,3

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Задание №1. Определите уровень риска для здоровья населения, если коэффициент опасности при воздействии твердых частиц составил 3,5.

Задание №2. Рассчитайте индекс опасности и определите уровень риска для здоровья населения, если коэффициенты опасности для следующих веществ в воздухе примагистральной зоны составили:

- оксида азота 0,6
- свинца 1,5
- бенз(а)пирена 1,2

Задание №3. Рассчитайте потенциальный риск немедленного (рефлекторного) действия для населения, проживающего в зоне влияния дорожно-автомобильного комплекса, если средняя максимально разовая концентрация формальдегида составила 0,06 мг/м³.

Задание №4. Подсчитайте интенсивность транспортного потока (ИТП), если в течение 20 минут через поперечное сечение по участку автодороги в обоих направлениях проехало 352 единицы транспортных средств различного типа.

Задание №5. По результатам расчетов потенциального риска развития неспецифических эффектов от воздействия автотранспортного шума на участке наблюдения величина Prob=-0,8. Вычислите показатель (Risk), проанализируйте полученные данные, оцените риск для здоровья населения и сделайте заключение.

Задание №6. Эквивалентный уровень автотранспортного шума на участке наблюдения (Lэкв.) равен 69дБА. Фоновый уровень шума равен 60дБА. Рассчитайте и оцените риск развития специфической патологии на территории наблюдения при ежедневном воздействии шума 12 часов в течение суток и на протяжении всей жизни человека (70 лет).

КЛЮЧИ К ТЕСТОВЫМ ЗАДАЧАМ (ВОПРОСАМ) И ОТВЕТЫ НА ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

№ вопроса	ответ	№ вопроса	ответ	№ вопроса	ответ	№ вопроса	ответ
1	в	4	в	7	б	10	г
2	б	5	б	8	б	11	б
3	а	6	г	9	г	12	в

Задание №1

По таблице 5 находим, что при коэффициенте опасности более 3 уровень риска оценивается как «высокий».

Задание №2

Поскольку 2 вещества из трех превышает единицу, уровень риска определяется по максимальному значению HQ – 1,5, что по таблице 6 соответствует допустимому уровню риска.

Задание №3

Среднюю максимально разовую концентрацию формальдегида подставляем в формулу 5 (для веществ 2 класса опасности):

$$Prob = -5,51 + 7,49 \times \lg(0,06/0,05) = 1,98 \times \lg 1,2 = 1,98 \times 0,079 = 0,156 \approx 0,2$$

По таблице 7 находим, что полученному значению **Prob** соответствует уровень риска 0,579. При умножении на 100% получаем, что у 57,9% лиц могут проявляться немедленные эффекты воздействия формальдегида: ощущение неприятного запаха, раздражение слизистых, аллергические реакции.

Задание №4

ИТП = количество единиц транспорта за 60 мин.

$$ИТП = 352 \times (20 \times 3) = 1056 \text{ ед. /час}$$

Задание №5

$$Risk = 0,212 \text{ (опасный).}$$

Задание №6

1. Коррекция Лэкв. с учетом величины фонового шума по ГОСТ 24444-2014:
69-1 = 68 (дБА).

2. Расчет риска с учетом поправок на время воздействия шума в течение суток и всей жизни:

$$\text{Prob} = -6,6771 + 0,0704 \times (\text{L}_{\text{экв.}} - \Delta\text{L1} - \Delta\text{L2})$$

$$\Delta\text{L1} = 10 \lg(24/12)$$

$$\Delta\text{L2} = 10 \lg(70/70)$$

$$\text{Prob} = -6,6771 + 0,0704 \times (\text{L}_{\text{экв.}} - 10\lg(24/12) - 10\lg(70/70)) = -2.1$$

$$\text{Risk} = 0,0178 \text{ (приемлемый)}$$

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Федотова Ирина Викторовна – Почетный работник Роспотребнадзора, доктор медицинских наук, доцент, главный научный сотрудник – заведующий отделом гигиены ФБУН «Нижегородский НИИ гигиены и профпатологии» Роспотребнадзора

Зуев Александр Васильевич – научный сотрудник отдела гигиены ФБУН «Нижегородский НИИ гигиены и профпатологии» Роспотребнадзора

Потапова Ирина Александровна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник – заведующий лабораторией химико-аналитических исследований отдела гигиены ФБУН «Нижегородский НИИ гигиены и профпатологии» Роспотребнадзора

Орлов Андрей Львович – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник – заведующий группой информационных технологий ученой части ФБУН «Нижегородский НИИ гигиены и профпатологии» Роспотребнадзора

Научное издание

**Федотова Ирина Викторовна, Зуев Александр Васильевич,
Потапова Ирина Александровна, Орлов Андрей Львович**

**МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА И ОЦЕНКИ РИСКА
ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ,
ПРОЖИВАЮЩЕГО ВБЛИЗИ АВТОМАГИСТРАЛЕЙ**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

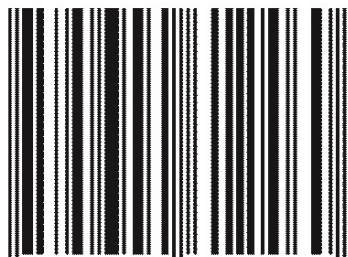
Издательство «МЕДИАЛЬ»
603022 Нижний Новгород, ул. Пушкина, д. 20, оф. 4.
Тел.: (831) 411-19-83
E-mail: info@medialnn.ru
WWW.MEDIALNN.RU

Подписано в печать 17.03.2022 г.
Формат 60x84/16 Усл. печ. л. 4,88. Заказ № 1301
Тираж 500 экз.

Отпечатано «Издательский салон» ИП Гладкова О.В.
603022 Нижний Новгород, Окский съезд, 2, оф. 227.
Тел.: (831) 439-45-11



ISBN 978-5-6046124-6-0



9 785604 612460