

Гошин М.Е., Бударина О.В., Демина Н.Н.

## Анализ состояния здоровья населения, проживающего в условиях загрязнения атмосферного воздуха пахучими веществами (обзор литературы)

ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Федерального медико-биологического агентства, 119121, Москва

Обзор литературы посвящён анализу международного опыта изучения влияния загрязнения атмосферного воздуха запахом на здоровье населения. Поиск литературы осуществлялся с использованием баз данных Pubmed, Scopus, Web of Science, MedLine, Global Health, РИНЦ. Всего проанализировано 59 публикаций за период с 1949-го по 2019 г. Анализ результатов исследований, проведённых в различных странах (в основном с помощью опросных методов), показал, что у жителей жилых территорий, расположенных вблизи объектов — источников запаха, по сравнению с контрольными территориями чаще встречаются различные соматические (затруднение дыхания, тошнота, раздражение глаз, головная боль, головокружение, проблемы со сном, желудочные расстройства и др.) и эмоциональные (перенапряжение, утомляемость, депрессия) симптомы. При этом достоверную связь с указанными симптомами чаще всего демонстрирует субъективная оценка частоты и интенсивности восприятия запаха жителями. Проведённые исследования позволяют предположить, что запах влияет на возникновение этих нарушений опосредованно, через так называемое «раздражение» («annoyance»), являющееся более сильным предиктором симптомов, чем непосредственно восприятие запаха, его концентрация или расстояние до источника. Согласно зарубежным исследователям, раздражение запахом — это комплекс реакций человека, возникающих в результате экспозиции к запаху как стрессовому фактору, который вызывает негативную когнитивную оценку, требующую определённого ответа. Раздражение является эмоциональным ответом на стимул, который может служить посредником в возникновении различных симптомов. Помимо непосредственного воздействия запаха определяющее влияние на степень раздражения оказывают социально-экономические факторы, субъективное восприятие запаха как угрозы для здоровья, персональные и ситуационные факторы. Авторы приходят к заключению о необходимости расширения подходов к оценке влияния запахов на состояние здоровья и качество жизни населения с проведением комплексных исследований, включающих анализ заболеваемости, исследования различных показателей здоровья с помощью высокоинформативных неинвазивных методов изучения цитогенетического, цитологического, иммунологического, психологического статуса, а также адаптационных возможностей организма.

**К л ю ч е в ы е с л о в а :** обзор; запах; здоровье населения; раздражение запахом; симптомы заболеваний; качество жизни.

**Для цитирования:** Гошин М.Е., Бударина О.В., Демина Н.Н. Анализ состояния здоровья населения, проживающего в условиях загрязнения атмосферного воздуха пахучими веществами (обзор литературы). Гигиена и санитария. 2020; 99 (9): 930-938. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-9-930-938>

**Для корреспонденции:** Гошин Михаил Евгеньевич, канд. хим. наук, ст. науч. сотр. отдела гигиены окружающей среды ФГБУ "ЦСП" ФМБА России, 119121, Москва. E-mail: mgoshin@cspmz.ru

**Финансирование.** Исследование выполнено в рамках государственного задания № 056-00111-18-00.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Участие авторов:** концепция и дизайн исследования — Бударина О.В., Гошин М.Е.; сбор и обработка материала — Гошин М.Е., Бударина О.В., Демина Н.Н.; написание текста — Гошин М.Е., Бударина О.В., Демина Н.Н.; редактирование — Бударина О.В.

Поступила 14.03.2020  
Принята к печати 18.09.2020  
Опубликована 20.10.2020

Mikhail E. Goshin, Olga V. Budarina, Nadezhda N. Demina

## Analysis of the health status of the population living in conditions of air pollution with odorous substances (literature review)

Centre for Strategic Planning and Management of Biomedical Health Risks» of the Federal Medical Biological Agency, Moscow, 119121, Russian Federation

The article provides the literature review devoted to the analysis of international research on the effects of air odor pollution on population health. A literature search was carried out using the databases Pubmed, Scopus, Web of Science, MedLine, Global Health, RSCI. The authors analyzed a total of 59 publications from 1949 to 2019. Analysis of the results of studies conducted in various countries (mainly using survey methods), showed the inhabitants of residential areas located near sources of odor, compared with the control areas, more often to have various somatic (respiratory disorders, nausea, eye irritation, headache, dizziness, sleep problems, stomach upset, etc.) and emotional (stress, fatigability, depression) symptoms. At the same time, a significant correlation with these symptoms most often shows a subjective assessment of the frequency and intensity of odor perception by the residents. The researches allow assuming the odor to effect on these disorders indirectly, through the so-called "annoyance", which is a more powerful predictor of symptoms than the perception of odor, its concentration, or distance to the source. According to researchers, annoyance is a complex of human reactions that occurs as a result of exposure to odor as a stressful factor that causes negative cognitive assessment requiring a certain response. Annoyance is an emotional response to a stimulus that can mediate various symptoms. In addition to the direct effects of odor, a significant influence on the degree of annoyance have socio-economic factors, subjective perception of odor as a harmful factor for the health, personal, and situational factors. The authors conclude that it is necessary to expand approaches to assessing the influence of odors on the health status and quality of life of the population

with comprehensive studies, including morbidity analysis, with using highly informative non-invasive methods for the study of cytogenetic, cytological, immunological, psychological status and adaptive capacity of the organism.

*Key words*: review; odor; population health; odor annoyance; disease symptoms; quality of life.

**For citation:** Goshin M.E., Budarina O.V., Demina N.N. Analysis of the health status of the population living in conditions of air pollution with odorous substances (Literature review). *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian Journal)*. 2020; 99 (9): 930-938. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2020-99-9-930-938> (In Russ.)

**For correspondence:** Mikhail E. Goshin, MD, Ph.D., senior researcher, Department of environmental hygiene, Centre for Strategic Planning of FMBA of Russia, Moscow, 119121, Russian Federation. E-mail: [mgoshin@cspmrz.ru](mailto:mgoshin@cspmrz.ru)

**Information about the authors:**

Goshin M.A., <https://orcid.org/0000-0001-7251-3938>; Budarina O.V., <https://orcid.org/0000-0003-4319-7192>; Demina N.N., <https://orcid.org/0000-0002-8386-911X>

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Acknowledgment.** The research was carried out as part of state assignment No. 056-00111-18-00.

**Contribution:** Budarina O.V. – the concept and design of the study, also collection and processing of material, writing and editing the text. Goshin M.E. – the concept and design of the study, also collection and processing of material, writing the text. Demina N.N. – collection and processing of material; writing the text. All authors – approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Received: March 14, 2020

Accepted: September 18, 2020

Published: October 20, 2020

Присутствие посторонних запахов – наиболее легко обнаруживаемый и поэтому вызывающий наибольшую обеспокоенность населения, результат негативного антропогенного воздействия на состояние окружающей среды. Жалобы жителей городов на запах составляют значительную часть от общего числа жалоб на качество атмосферного воздуха [1]. Ещё основоположник отечественного нормирования загрязняющих веществ в воздухе В.А. Рязанов [2] отмечал огромную гигиеническую значимость органолептической оценки атмосферных загрязнений. Жалобы населения на неприятные запахи, возникающие, как правило, в результате функционирования производственных предприятий, не должны восприниматься как простой каприз, с которым можно не считаться. В свете физиологического учения И.П. Павлова такие, на первый взгляд, незначительные раздражители следует рассматривать как очень существенный фактор среды, влияющий на функциональное состояние коры головного мозга, а через неё и на весь организм [3].

Поиск литературы для данного обзора осуществляли с использованием баз данных Pubmed, Scopus, Web of Science, MedLine, Global Health, РИНЦ. Всего проанализировано 59 публикаций за период с 1949 по 2019 г. Влияние промышленных и других запахов на здоровье населения изучается в различных странах в течение последних десятилетий. Только в базах данных Pubmed, Scopus и Web of Science опубликовано свыше 50 результатов эпидемиологических исследований по вопросу влияния запаха на население, проживающее в районах размещения различных предприятий – источников запаха. Большинство исследований проводили в Западной Европе, а также в США и Канаде [4].

Для оценки воздействия запаха используют различные методы. По большей части экспозицию определяют по частоте/интенсивности восприятия запахов (в основном обученными экспертами), частоте/интенсивности запахового раздражения по данным оценок опрошенных жителей, а также по расстоянию до источника. В некоторых исследованиях для классификации воздействия использованы 2, 3 или 4 географические зоны, представляющие области с различными уровнями экспозиции и, как правило, основанные на расстоянии от мест проживания до источника запаха и преобладающем направлении ветра. Иногда применяют расчётные концентрации запаха (измеряемые в единицах запаха, ЕЗ/м<sup>3</sup>), которые определяют моделированием рассеивания запаха.

Основные показатели, принимаемые во внимание при оценке влияния запаха, включают разного рода нарушения здоровья (головная боль, усталость, респираторные симптомы, тошнота и др.), физиологические показатели (функция лёгких, артериальное давление), «раздражение» запахом, психоэмоциональные нарушения (тревожность, стресс, де-

прессия), а также изменения в повседневной деятельности. Чаще всего эти показатели анализируют исходя из данных опросов жителей (анкетирование, телефонные опросы или личные интервью). При анализе часто принимается во внимание влияние отдельных социально-экономических показателей, таких как возраст, пол, раса, род занятий. Большинство исследований сфокусировано на последствиях хронического воздействия запаха для здоровья.

Следует отметить наличие определённых ограничений, являющихся общими для исследований, посвящённых оценке влияния запаха на здоровье. Во-первых, в основе большинства исследований лежит самооценка воздействия запаха респондентами, соответственно определёнными ограничениями могут являться субъективность, предвзятость суждений участников исследования. Во-вторых, во многих исследованиях отсутствует оценка степени загрязнения воздуха посредством инструментального определения концентраций пахучих веществ. Соответственно остаётся неизвестным, были ли уровни загрязняющих веществ выше или ниже пороговых значений раздражающего и/или токсического воздействия на организм; при этом невозможно сделать заключение, вызваны ли наблюдаемые симптомы воздействием самого запаха или же являются результатом воздействия загрязнителей. Также на результаты исследований могут влиять факторы, ограничивающие репрезентативность выборки респондентов (например, участие преимущественно лиц, связывающих проблемы с запахом или конкретным предприятием), миграция населения (стремление к изменению места жительства у чувствительных к запаху лиц), социально-экономические различия между контрольными и экспонируемыми сообществами и др. Хотя эти недостатки несколько ограничивают применимость результатов исследований для оценки риска воздействия запаха; тем не менее данные исследования подходят для выявления общих закономерностей среди населения, подверженного воздействию запаха, а также потенциальных связей между запахами в окружающей среде и реакциями организма человека. Краткое изложение результатов исследований, выполненных в различных странах, по влиянию запахов на здоровье населения приведено в таблице.

В целом практически все исследования показывают более высокую встречаемость симптомов (затруднения дыхания, раздражение глаз, тошнота, желудочные расстройства, головная боль, головокружение, проблемы со сном и др.) у жителей населённых пунктов, расположенных вблизи источников запаха, по сравнению с проживающими на контрольных территориях, причём данные симптомы наблюдаются как ответ на запахи от различных источников – нефтеперерабатывающие заводы, животноводческие предприятия, места захоронения отходов и др. Субъективные оценки

## Краткое изложение результатов исследований, выполненных в различных странах, по изучению влияния запахов на здоровье населения

Источник запаха, ссылка на публикацию	Методология исследований	Результаты
Целлюлозно-бумажные заводы (Южная Карелия, Финляндия) [5]	Анкетный опрос жителей сильно загрязнённой зоны (по результатам измерений концентрации серы в атмосферном воздухе)	Увеличение риска появления следующих симптомов: кашель, одышка, раздражение глаз и дыхательных путей, головная боль. 85% респондентов отметили, что зловонные серные соединения существенно снижают комфорт проживания в данной местности
Предприятия по переработке мяса, костей и внутренностей животных (Бельгия) [6]	Анкетный опрос населения и изучение заболеваемости в исследуемом и «контрольном» районах	У населения, подвергающегося воздействию запаха от предприятий, гораздо чаще случаются обострения хронических аллергических заболеваний, а также некоторых психических расстройств (депрессия, тревога и др.)
Сельскохозяйственные предприятия: завод по производству удобрений в г. Неттетале и свиноферма в г. Норвенихе (Германия) [7]	Личный опрос взрослых жителей (Неттеталь — 250 человек; Норвених — 322 человек). Экспозицию оценивали как расстояние от места жительства до завода по производству удобрений в Неттетале (близкое, среднее или удалённое) и как частоту запаха в Норвенихе (запахо-часов/год, определённых подготовленными экспертами)	Лица, живущие ближе к заводу по производству удобрений, сообщали о большей распространённости желудочно-кишечных симптомов (отвращение к пище, потеря аппетита, рвота, тошнота) и некоторых общих симптомов (головная боль, затруднение дыхания, кашель, расстройства желудка и сна), чем те, кто проживает дальше. В Норвенихе частота запаха оказала небольшое, но значимое влияние на распространённость желудочно-кишечных и общих симптомов
Два источника приятного запаха: кондитерское производство и хлебопекарня; два источника нейтрального: текстильная фабрика и производство растительного масла; два источника неприятного запаха: переработка жира и чугунный завод (Сирия; Франция) [8, 9]	Опрос жителей (901 человек) о качестве жизни, восприятии запаха, раздражении запахом, симптомах нарушения здоровья и социально-демографических факторах. Воздействие запаха оценивали частотой восприятия запаха, его интенсивностью и гедоническим тоном (приятностью/неприятностью), измеренных вблизи каждого источника группой подготовленных экспертов	В случае промышленных источников частота запаха коррелирует с увеличением процента лиц с общими жалобами на здоровье (OR 1,8; CI 1,4–2,3; $p < 0,001$ ); на эту связь в значительной степени влияет гедонический тон запаха (OR 3,2, CI 2–5; $p < 0,001$ ) и раздражение запахом (OR 1,7; CI 1,6–1,8; $p < 0,001$ ). Для отдельных симптомов выявлены достоверные корреляции с: трудностями засыпания (OR 1,6; CI 1–2,5; $p < 0,001$ ) и головной болью (OR 1,8; CI 1,1–3,1; $p < 0,001$ ). Ещё более сильные корреляции найдены между гедоническим тоном запаха и кашлем, затруднениями дыхания, желудочно-кишечными расстройствами, раздражением носа/глаз (OR 3–10,7; $p < 0,01$ ). С большинством симптомов достоверно связано раздражение от запахов животноводства (OR 1,3–1,4; $p < 0,01$ ). Показано, что гедонический тон, но не интенсивность запаха оказывает сильное влияние на связь «экспозиция-раздражение» и «экспозиция-симптомы»
Три компостных участка (Германия) [10, 11]	Анкетный опрос 496 человек, живущих в пределах 1,5 км от мест компостирования, и 301 человека в контрольной зоне. Для оценки воздействия запаха использовали расположение мест проживания относительно источника и частота раздражения запахом	Частота раздражения запахом была выше во всех исследуемых зонах (80; 90 и 41%) по сравнению с соответствующей контрольной зоной (26; 17 и 12%). Общая встречаемость соматических симптомов (например, головная боль, боль в пояснице, тошнота, боль в суставах, одышка) была выше во всех группах, подвергшихся воздействию, по сравнению с контрольными группами
Животноводческие комплексы (Германия) [12, 13]	Анкетный опрос жителей близлежащих районов по почте (3112 человек), касательно их физического и эмоционального состояния, запахов в окружающей среде и социально-демографических данных. Экспозицию оценивали по интенсивности раздражения запахом, сообщаемой респондентами	Выявлена значительная обратная связь показателей самооценки общего состояния здоровья и способности к физической активности с уровнем раздражения запахом ( $p < 0,05$ ). Сильно раздражённые запахом жители чаще сообщали о симптомах затруднённого дыхания, аллергическом рините и диагностированной астме
Сахарный завод, табачная фабрика и предприятие по производству кормов (Нидерланды) [14, 15]	Опрос жителей (2413 человек) посредством интервью (оценка краткосрочного воздействия) или анкетирования по почте (оценка долгосрочного воздействия). Для оценки уровней воздействия запаха использовали модель рассеивания с учётом количества выбросов и метеорологических условий; средние концентрации запаха варьировали от 0 до 15 ЕЗ/м <sup>3</sup>	Для всех типов запаха его долгосрочная концентрация мало коррелирует с жалобами на здоровье, в то время как раздражение запахом показало более сильные ассоциации с жалобами ( $r = 0,23–0,68$ ; $p < 0,01$ ). У лиц, считающих запахи угрозой для здоровья, количество жалоб увеличивается с увеличением концентрации запаха, в то время как у лиц, не воспринимающих запахи как угрозу, такая связь не обнаружена

Продолжение таблицы на стр. 933–934.

Продолжение таблицы. Начало на стр. 932

Источник запаха, ссылка на публикацию	Методология исследований	Результаты
Предприятия по переработке отходов (Финляндия) [16]	Опрос жителей по телефону (1142 человека), проживающих на различных расстояниях от источников (3 зоны: < 1,5 км, от 1,5 до < 3 км и от 3 до < 5 км). Воздействие запаха оценивали расстоянием от места жительства до объекта, а также частотой/интенсивностью восприятия запаха и раздражением запахом, сообщаемыми жителями	Сильные корреляции наблюдали между восприятием запаха и такими симптомами, как охриплость/сухость в горле, головная боль и диарея (OR 1,3–1,4). Раздражение запахом показало наиболее последовательную связь с симптомами; значимые корреляции обнаружены с одышкой, раздражением глаз, охриплостью/сухостью горла, утомляемостью, зубной болью, лихорадкой, болью в суставах и мышечной болью (OR 1,4–2). При этом симптомы не коррелируют с зоной проживания
Предприятие по производству биотоплива (г. Вэрнаму, Швеция) [17]	Анкетный опрос жителей (722 человека), включающий демографические аспекты, запахи, здоровье и восприятие риска. Определено 3 зоны (низкая, средняя и высокая по уровню воздействия) на основе данных о выбросах и места жительства	Уровень воздействия напрямую не коррелирует с симптомами нарушения здоровья; тем не менее выявлена косвенная связь между уровнем воздействия и симптомами, которая была опосредована восприятием риска для здоровья ( $p < 0,01$ )
Свалки, целлюлозно-бумажные фабрики, места использования пестицидов и объекты животноводства (Калифорния, США) [18]	Анкетирование, телефонные и личные интервью (2000 человек) о восприятии запаха, обеспокоенности окружающей средой и проблемах со здоровьем. Воздействие запаха определяли как частоту восприятия запаха обследуемыми лицами, при этом для анализа использованы данные из трёх областей вблизи трёх мест хранения отходов	Распространённость симптомов (головная боль, тошнота, раздражение глаз и горла) достоверно связана как с частотой восприятия запаха (например, головная боль: OR 5; CI 3,3–7,7), так и со степенью обеспокоенности экологической ситуацией (например, головная боль: OR 10,8; CI 6,2–16,8). Наиболее сильные корреляции обнаружены у субъектов, которые часто воспринимали запахи и очень обеспокоены состоянием окружающей среды (например, головная боль: OR 36,7; CI 11,2–77,7)
Места захоронения отходов (г. Фуллертон, Калифорния, США) [19]	Опрос жителей по телефону или лично (193 человека) относительно демографии, восприятия запаха, воспринимаемого экологического риска и наличия различных симптомов. Экспозицию запаха определяли как высокую или низкую на основе зонирования мест проживания	Распространённость некоторых симптомов (раздражение кожи, тошнота, одышка, потеря аппетита, головная боль) возрастает среди группы, подверженной высокой экспозиции, по отношению к контрольной группе (OR 0,78–5,95). Значительная связь между симптомами и экспозицией существует только для группы с высоким уровнем обеспокоенности окружающей средой; у лиц с низким уровнем беспокойства не обнаружено никаких негативных ассоциаций
Обработанное пестицидами картофельное поле (г. Доррис, Калифорния, США) [20]	Анкетный опрос жителей (421 человек) через 6 нед после применения препарата, содержащего пахучее вещество N-пропилмеркаптан. Для оценки воздействия запаха использовали показатели частоты/интенсивности восприятия запаха жителями и расстояния от места проживания до картофельного поля	Распространённость 15 симптомов (например, головная боль, приступы астмы, раздражение глаз, насморк и тошнота) значительно увеличена у лиц, воспринимающих сильный запах (OR 1,77–6). Увеличение интенсивности запаха повышает риск проявления симптоматики (OR = 2,42). Выявлена корреляция между числом дней, когда воспринимался сильный запах, и общим количеством сообщаемых симптомов. При этом расстояние от места жительства до картофельного поля не показало значительной связи с симптомами
Свиноводческие фермы (Айова и Северная Каролина, США) [21, 22]	Опрос жителей на предмет симптомов заболеваний, качества жизни и социально-демографических факторов. Результаты экспонированных лиц, живущих возле свинофермы (Айова – 18 человек; Северная Каролина – 105 человек), сравнивали с контрольной группой (Айова – 18 человек; Северная Каролина – 50 человек)	Выявлена [21] более высокая частота симптомов, включая респираторные ( $p = 0,02$ ), тошноту, слабость, головокружение, обморок ( $p = 0,04$ ) и головные боли, заложенность слуховых проходов ( $p = 0,06$ ), у лиц, подвергшихся воздействию, по сравнению с контрольной группой. При этом частота наблюдаемых симптомов не коррелирует с расстоянием до свиноферм. У лиц, живущих рядом со свинофермой [22], значительно выше распространённость таких симптомов, как раздражение слизистых оболочек, насморк, боли в горле, кашель, головные боли, раздражение глаз и диарея ( $p < 0,05$ ), по сравнению с контрольной группой
Свиноводческие фермы (Северная Каролина, США) [23, 24]	Анкетирование жителей (101 человек), тестирование функции лёгких и артериального давления два раза в день в течение 2 нед. Жители оценивали интенсивность любых присутствующих запахов. В центральной точке каждой зоны определяли 12-часовую среднюю интенсивность запаха, а также уровни H <sub>2</sub> S, PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub>	Интенсивность запаха значительно коррелирует с раздражением глаз, носа, горла и кашлем; эти симптомы также связаны со средними значениями H <sub>2</sub> S и PM <sub>10</sub> за 1 ч. 12-часовые средние уровни запаха коррелируют с затруднением дыхания, раздражением глаз и носа; некоторые из этих симптомов также коррелируют с концентрациями PM <sub>2.5</sub> , PM <sub>10</sub> и H <sub>2</sub> S. Повышение интенсивности запаха коррелирует с диастолическим артериальным давлением ( $t = 3,02$ ) и, в меньшей степени, с систолическим артериальным давлением ( $t = 0,86$ )

Окончание таблицы на стр. 934.



Источник запаха, ссылка на публикацию	Методология исследований	Результаты
Иловые площадки (Северная Каролина, Южная Каролина, Вирджиния, США) [25]	Интервьюирование жителей (34 человека) по вопросам касательно социально-демографической ситуации, отношения к данному виду деятельности вблизи их дома и механизмов преодоления или принятых мер	Большинство респондентов (30/34) описали неприятные запахи, связанные с применением ила; приблизительно половина респондентов (18/34) связали применение ила с острыми симптомами, наиболее часто сообщаемыми из которых были раздражение глаз, носа и горла, а также желудочно-кишечные симптомы (тошнота, рвота, диарея); другие симптомы, о которых сообщали более одного респондента, включают кашель, затруднённое дыхание и заложенность носа
Свинофермы (Северная Каролина, США) [26]	Два раза в день в течение 2 нед 15 испытуемых сдавали образцы слюны на содержание секреторного иммуноглобулина А, оценивая при этом интенсивность любых присутствующих запахов	Интенсивность запаха обратно коррелирует с концентрацией иммуноглобулина А и уровнем секреции, что свидетельствует о возможном влиянии запахов свиноферм на функционирование иммунной системы
Нефтеперерабатывающий завод (г. Оаквилл, Канада) [27]	Кросс-секционное исследование при помощи телефонных интервью (391 человек) касательно симптомов нарушений здоровья, наличия болезней, восприятия запаха и отношения к нефтеперерабатывающему заводу. Воздействие запахов определяли расстоянием от мест проживания до завода (выделено три зоны) или частотой восприятия запаха	Лица, часто отмечающие наличие запаха (более одного раза в неделю), в 2–4 раза чаще сообщали о специфических симптомах (кашель, тошнота, заложенность носа, раздражение глаз, раздражение горла, боль в ушах, кожная сыпь; OR 1,84–3,43), общих симптомах (головная боль, проблемы со сном, головокружение, боли в желудке, понос, боль в груди; OR 1,75–2,96) и других симптомах (боль в пояснице; OR 2,09–2,23) по сравнению с теми, кто редко или никогда не замечал запахов. Эти лица также отмечали, что с большей вероятностью симптомы были вызваны или усилены запахами нефтеперерабатывающего завода
Нефтеперерабатывающий завод (г. Оаквилл, Канада) [28, 29]	Исследования изменений в восприятии запаха и здоровье до и после осуществления мероприятий по уменьшению запаха на производстве	В оба периода распространённость таких симптомов, как кашель, тошнота, заложенность пазух носа, раздражение глаз, раздражение горла, головные боли, проблемы со сном, головокружение, боль в животе, диарея, боль в груди, значительно выше у лиц, которые часто воспринимают запахи и испытывают раздражение запахами. Несмотря на реализацию мер по уменьшению запаха, существенных различий в эти два периода в состоянии здоровья, в показателях распространённости симптомов не обнаружено. Зона проживания также не является определяющим фактором для возникновения симптомов
Запах внутри жилых и других помещений (г. Стокгольм, Швеция) [30]	Анкетный опрос жителей о наличии респираторных симптомов и аллергии, восприятии запаха, строительных особенностях и социально-демографических данных	Обнаружена значительная связь всех типов запахов с кумулятивной частотой симптомов астмы, кашля и сенной лихорадки (OR 2,06–5,86)
Дом, в котором проходил ремонт (г. Тяньцзинь, Китай) [31]	Опрос жителей (198 человек) относительно запахов, состояния здоровья и социально-демографических показателей. Для оценки экспозиции использовали интенсивность запаха (слабый, умеренный, сильный), определяемую исследователями	Показана значительная связь интенсивности запаха с тошнотой ( $p = 0,017$ ) и неспецифическим дискомфортом ( $p = 0,018$ ). Жители, подверженные умеренным или сильным запахам, с большей вероятностью сообщали о дискомфорте по сравнению с теми, кто подвержен слабым запахам (OR 4,05; 95% CI 1,49–11,03)
Животноводческие фермы (Колорадо, США) [32]	Онлайн-опрос (326 человек), охватывающий проблемы субъективного благополучия (48 вопросов), восприятием запаха (5 вопросов) и социально-демографическими показателями (7 вопросов). Опрос проводили через каждые 3 мес 4 раза	Для участников, сообщивших, что в воздухе отсутствуют запахи, характерны более высокие уровни субъективного благополучия по сравнению с жителями районов, подверженных влиянию сильного промышленного запаха

частоты восприятия запахов жителями чаще всего демонстрирует достоверную связь с симптомами [8, 9, 18, 28, 29]. Напротив, зона проживания или расстояние до источника запаха обычно не имеют такой достоверной связи [16, 17, 27–29]. При оценке последствий для здоровья неприятные запахи (например, от завода по переработке жира или чугуна завода, свиноферм) вызывают больше жалоб, нежели воздействие приятных или нейтральных запахов, что гово-

рит о существенном влиянии гедонического тона запаха на состояние здоровья, причём более значительном, чем его интенсивность [8, 9, 33].

Одним из наиболее важных результатов проведённых исследований можно считать предположение, что запах влияет на проявление симптомов опосредованно, через так называемое «раздражение» («annoyance»). Многие исследователи обнаружили, что «раздражение» является более сильным

предиктором симптомов, чем восприятие запаха, его концентрация и расстояние до источника, или что учёт «раздражения» в статистическом моделировании значительно ослабляет связь между воздействием запаха и симптомами [8–13, 16, 27–29, 33]. Важную роль в возникновении жалоб также, по-видимому, играет восприятие запаха как угрозы для здоровья [14, 15, 18]. Влияние на симптоматику личных установок подтверждено в исследованиях [28, 29], проведённых до и после реализации плана снижения запаха. Так, после мер по уменьшению запаха на нефтеперерабатывающем заводе значительных изменений в показателях распространённости симптомов или в восприятии запаха (а также раздражении) не обнаружено, что указывает на возможность наличия проблем со здоровьем у чувствительных людей и в отсутствие вредных воздействий завода. Таким образом, оценка (переоценка) запахов является сложным процессом, который включает не только изменения в экспозиции, но также личные и ситуативные факторы.

По мнению Schiffman и соавт. [34, 35], имеются три возможные модели, объясняющие связь между воздействием запахов и последствиями для здоровья. Во-первых, симптомы могут возникать в результате токсических эффектов одоранта, когда уровень содержания веществ превышает пороги раздражающего действия на слизистые оболочки. Во-вторых, симптомы могут возникать на уровнях, не превышающих порога раздражающего действия. Основной механизм этой модели неизвестен, но, вероятно, в его основе лежат психосоциальные аспекты. В-третьих, одорант может входить в состав смеси, содержащей токсичный загрязнитель. В большинстве случаев раздражение от запаха является опосредующим фактором в проявлении симптомов, однако, поскольку не всегда ясно, превышают ли уровни загрязнителей пороги раздражающего или токсического действия, возможен также первый и третий путь.

В целом на сегодняшний день способность запахов вызывать различные расстройства до сих пор не ясна. По мнению [36], в большинстве случаев соматические симптомы не являются обусловленными воздействием запаха, а лишь приписываются ему.

Неблагоприятные эффекты окружающих запахов следует рассматривать в контексте определения здоровья и благополучия, сформулированном ВОЗ (1946): «Здоровье – это не только отсутствие заболевания, но и состояние полного физического, душевного и социального благополучия». Нарушение благополучия, вызываемое неблагоприятным ольфакторным воздействием, обычно и определяется как «*annoiance*» («раздражение, досада»). Широко применяемого унитарного определения «раздражения» нет, однако опыт изучения неблагоприятного психологического воздействия шума дорожного, авиа- и железнодорожного транспорта или промышленных предприятий позволяет считать «раздражение» негативной оценкой ситуации, характеризующейся нежелательными ощущениями, вызываемыми внешним воздействием, сопровождаемой чувством досады (гнева) из-за их вмешательства в производимую или планируемую деятельность [37]. Если человек, который подвергается воздействию запахов, не способен это воздействие контролировать или выработать к нему психологическую устойчивость, то постоянное или частое присутствие запаха может приводить к стрессу и, как следствие, возникновению проблем со здоровьем [38, 39].

По определению [40], раздражение запахом – это комплекс реакций человека, возникающих в результате экспозиции к запаху как стрессору окружающей среды, ощущение которого вызывает негативную когнитивную оценку, требующую определенного ответа. Как указано выше, раздражение не является прямым эффектом для здоровья, причиняющим определённый вред, а представляет собой эмоциональный ответ на стимул, являющийся посредником в возникновении различных симптомов.

Социально-экономические факторы (пол, раса, профессия, доход, курение) могут влиять на раздражение запахом. Другими факторами, определяющими степень раздражения, могут быть восприятие запаха в качестве угрозы для здоровья, пути решения данной проблемы и неудовлетворённость средой обитания в целом [14, 15, 17, 41, 42]. При этом показано, что жители общин, которые получают финансовую компенсацию за присутствие запаха, нередко сообщают о более низких уровнях раздражения [43].

Таким образом, частота и интенсивность раздражения запахом возрастают с увеличением воздействия запаха, независимо от используемых способов его измерения (расстояние от источника, сообщаемое жителями воздействию запаха, оценённая обученными экспертами частота запаха или его рассчитанная концентрация).

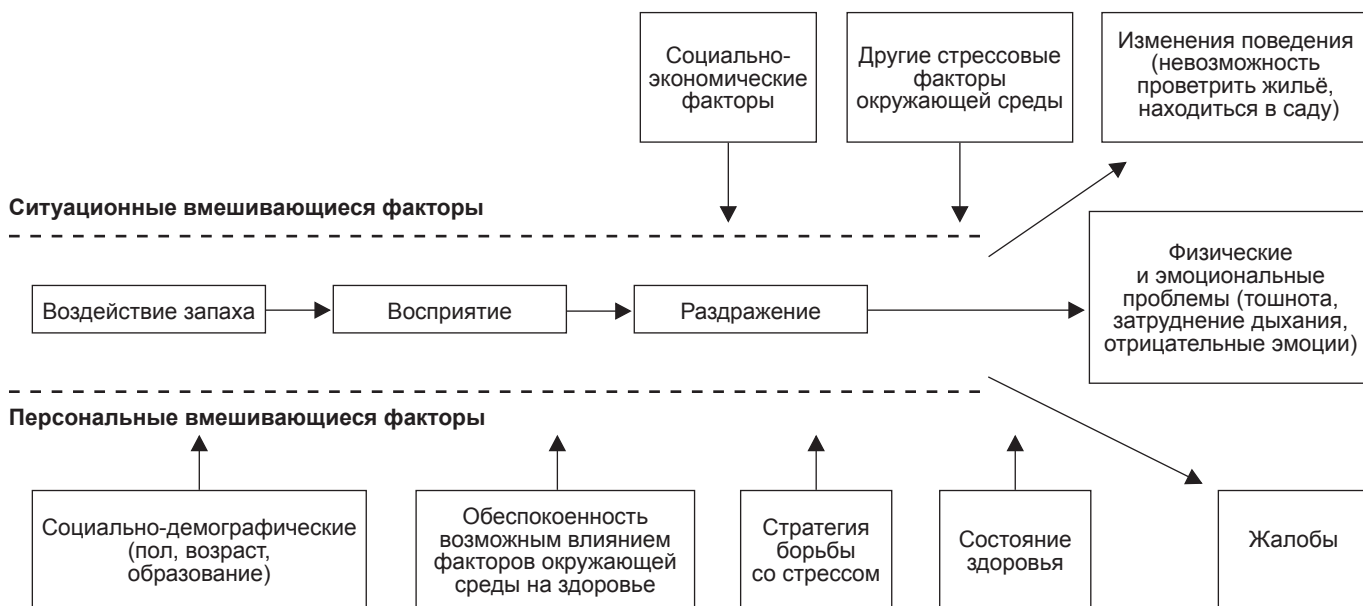
В ряде работ [44–46] показано, что раздражение запахом может оказывать неблагоприятное влияние на настроение людей, вызывать повышенную раздражимость, эмоционально-психическое напряжение, гнев, нервозность, а также снижение энергичности, депрессию, усталость, замешательство, большую утомляемость и рассеянность.

Неприятные запахи, которые снижают качество жизни, часто являются основанием для судебных исков, направленных против предприятия-источника и инициированных жителями прилегающей территории, а также могут влиять на поведение, вызывая стратегию избегания, то есть могут рассматриваться в качестве нейрорепродуктивных токсинов [36]. В ряде работ показано, что воздействие запахов приводит к снижению качества жизни [22, 45, 47], что проявляется в ограничении жителями времени нахождения на открытом воздухе, более частом закрытии окон и даже снижении стоимости жилья. Следует подчеркнуть, что такие изменения настроения и повседневной деятельности являются субъективными и находятся под влиянием личного отношения к источнику запаха.

На рисунке показана связь запаха и раздражения, согласно [48]. Кроме непосредственного воздействия запаха, усиливать или ослаблять раздражение могут персональные и ситуационные факторы. Так, люди, страдающие различными заболеваниями (либо полагающие, что заболевания имеются), проблемно-ориентированные, обеспокоенные неблагоприятным влиянием факторов окружающей среды на здоровье, составляют группу риска относительно раздражения запахами.

Результаты исследований, проведённых в различных странах, показывают связь запаха и вызываемого им раздражения с ухудшением качества жизни, а также с некоторыми соматическими (раздражение дыхательных путей, одышка, головная боль, общее недомогание и др.) и эмоциональными (утомляемость, перенапряжение, депрессия и др.) симптомами, которые могут свидетельствовать об уменьшении адаптационного потенциала организма.

В то же время в доступной литературе не удалось найти информации о проведённых многопараметровых, комплексных (гигиенических, генетико-токсикологических, социально-психологических и др.) исследованиях изменений систем адаптации человека в ответ на воздействие запахов. Как указано выше, за рубежом оценка влияния запаха на состояние здоровья и самочувствие обычно ограничивается исследованием населения с помощью анкетирования, а также кратких психологических опросов. Только в единичных источниках имеются упоминания о проводимых одновременно с анкетированием жителей районов размещения животноводческих ферм исследованиях функции лёгких, артериального давления [23, 24], а также содержания в слюне иммуноглобулина А [26]. Также существенным ограничением большинства проводимых исследований является отсутствие объективных данных о содержании загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и возможном превышении пороговых уровней раздражающего действия на слизистые и других биологических эффектов.



Модель взаимосвязи между воздействием запаха, его восприятием и раздражением, следствиями раздражения и вмешивающимися факторами.

Получить данные о веществах, загрязняющих атмосферный воздух, возможно с помощью установки на территории промышленного города анализаторов, осуществляющих отбор проб для измерения интенсивности запаха и его химического состава. Многочисленные жалобы, заявленные населением, фиксируются с сохранением информации о времени и месте оповещений. Система мониторинга качества атмосферного воздуха с учётом жалоб населения была апробирована в г. Таранто (Италия) [49], где были установлены две системы удалённого автоматического отбора проб воздуха. Участники исследования передавали данные о местоположении, дате, времени и характеристике постороннего запаха, который они почувствовали, через смартфоны. При достижении пороговых значений по количеству жалоб в определённом районе анализатор начинал отбор проб воздуха для химического анализа. Результатом эксперимента стало подтверждение причинно-следственной связи между жалобами граждан и выбросами предприятия и доказательства для государственных органов о необходимости применения мер контроля и дальнейших действий в отношении источника выбросов.

Интеграция автоматической обработки в режиме реального времени позволит получить больше объективных данных для оценки состава атмосферного воздуха. Дополнительным инструментом контроля может служить использование искусственных нейронных сетей для обработки информации и поиска закономерностей в экологическом состоянии региона [50]. Анализ данных становится методом прогнозирования концентрации газообразных соединений [51], интенсивности и концентрации запаха [52, 53]. Это позволит получить информацию о появлении загрязняющих веществ даже в низких концентрациях, создать предпосылки для обеспечения соответствия стандартам качества воздуха. Выбор искусственных нейронных сетей в качестве вычислительной модели подходит для мониторинга запаха в реальном времени благодаря его способности моделировать ситуацию распространения запаха.

Исследования влияния запаха на здоровье в последнее время охватывают всё больше стран (в Юго-Восточной Азии, на Ближнем Востоке, в Южной Америке) [54–57]. К сожа-

лению, лишь очень небольшое количество работ выполнено в нашей стране. В частности, в исследовании, проведённом ещё в 80-е годы прошлого столетия [58], изучено влияние выбросов нефтехимического комплекса, обладающих запахом, на самочувствие жителей близлежащих территорий и возникновение различных симптомов (першение в горле, головная боль, тошнота и др.).

## Заключение

На сегодняшний день оценка воздействия запахов на здоровье населения является очень актуальной. Важное значение для решения данного вопроса имеет проведение комплексных исследований загрязнения атмосферного воздуха запахом в районах размещения предприятия с помощью различных методов (ольфакто-одориметрических, инструментальных, опросных) и одновременное обследование различных когорт населения, проживающих в условиях разной экспозиции к запаху (генетико-токсикологические, иммунологические, цитологические, биохимические и социально-психологические исследования, оценка функционального состояния и адаптационных возможностей организма). Подход, предполагающий проведение многопараметровых, комплексных исследований, направленных на оценку воздействия запаха на здоровье, согласуется с мнением зарубежных исследователей [59] о необходимости составления полной базы демографических и медицинских показателей для лиц, подвергающихся воздействию запахов, с включением данных о соотношении дозы воздействия и ответной реакции организма, полученных как в натуральных, так и в экспериментальных условиях, с проведением углублённых исследований функционирования респираторной, нервной и других систем у лиц, проживающих в районах размещения предприятий, являющихся источниками запаха. Проведение таких крупномасштабных исследований позволит значительно обогатить научные знания в этой области, расширить возможности для профилактики заболеваний и разработать рекомендации для проведения комплекса организационно-управленческих мероприятий по защите населения от раздражающих или навязчивых промышленных запахов.



## Литература

(п.п. 4–6, 8–37, 39–43, 45–57 см. References)

- Семутникова Е.Г., Яровая С.К. Предложения по координации действий природоохранных органов исполнительной власти в решении проблемы запахов от промышленных предприятий. В кн.: *Сборник докладов Международной конференции «Актуальные вопросы оценки и регулирования запаха»*. М.; 2006: 64–8.
- Рязанов В.А. Основные принципы гигиенического нормирования атмосферных загрязнений. *Гигиена и санитария*. 1949; 38(5): 3–9.
- Касаткин С.Н., Сперанский В.С. *О строении и функции коры головного мозга в свете физиологического учения И.П. Павлова*. М.: Знание; 1954.
- Штайнхайдер Б., Бот Р., Виннеке Г. Полевые исследования промышленных запахов, вызывающих раздражение, а также симптомы желудочного и общего недомогания. В кн.: *Сборник докладов Международной конференции «Актуальные вопросы оценки и регулирования запаха»*. М.; 2006: 225–54.
- Штайнхайдер Б., Виннеке Г. Промышленные запахи как источники стресса. Связь степени воздействия и раздражения, влияние спосо-
- бов борьбы со стрессом, факторов пола и возраста. В кн.: *Сборник докладов Международной конференции «Актуальные вопросы оценки и регулирования запаха»*. М.; 2006: 203–24.
- Радон К., Петерс А., Прамль Г., Эренштайн В., Шульце А., Новак Д. и соавт. Запахи от животноводческих предприятий и качество жизни в близлежащих районах. В кн.: *Сборник докладов Международной конференции «Актуальные вопросы оценки и регулирования запаха»*. М.; 2006: 281–8.
- Басараба И.Н. Проблема постороннего запаха загрязнённой атмосферы промышленного города. В кн.: *Всероссийская научная конференция «Проблемы мониторинга за здоровьем населения промышленных городов»*. Ангарск; 1989: 12.
- Шиффман С.С. Запахи от животноводческих предприятий: влияние на здоровье и благополучие человека. В кн.: *Сборник докладов Международной конференции «Актуальные вопросы оценки и регулирования запаха»*. М.; 2006: 177–202.

## References

- Semutnikova E.G., Yarovaia S.K. Proposals for coordinating the actions of environmental Executive authorities in solving the problem of odors from industrial enterprises. In: *Collection of Reports of the International Conference «Topical issues of odor assessment and regulation» [Sbornik докладov Mezhduнародnoy konferentsii «Aktual'nye voprosy otsenki i regulirovaniya zapakha»]*. Moscow; 2006: 64–8. (in Russian)
- Ryazanov V.A. Basic principles of hygienic regulation of atmospheric pollution. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 1949; 38(5): 3–9. (in Russian)
- Kasatkin S.N., Speranskiy V.S. *On the Structure and Function of the Cerebral Cortex in a View of the Physiological Teachings of I.P. Pavlov [O stroenii i funktsii kory golovnogo mozga v svete fiziologicheskogo ucheniya I.P. Pavlova]*. Moscow: Znanie; 1954. (in Russian)
- Odours and Human Health. Edmonton, Alberta: Alberta Health; 2017. Available at: <https://open.alberta.ca/dataset/04b23f8e-ee1-48bb-b69c-2625ab6a2a08/resource/b87aeb58-f1f7-4c70-a07e-6440f0b1d613/download/Odours-and-Human-Health-2017-FINAL>
- Haahela T., Martilla O., Viikka V. Human health risks caused by malodorous sulfur compounds in ambient air in South-Karelia, Finland. In: *Proceedings of the 8th World Clean Air Congress Man and His Ecosystem. Volume I*. Hague; 1989: 135–8.
- Van Langenhove H., Lootens A., Schamp N. Objective evaluation of an odour nuisance problem based on inquiry results. *Atmospheric Environ.* 1988; 22(11): 2509–14.
- Shtaynkayder B., Bot R., Vinneke G. Field study of industrial odors, irritants, and symptoms of gastric and general malaise. In: *Collection of Reports of the International Conference «Topical issues of odor assessment and regulation» [Sbornik докладov Mezhduнародnoy konferentsii «Aktual'nye voprosy otsenki i regulirovaniya zapakha»]*. Moscow; 2006: 225–54. (in Russian)
- Sucker K., Both R., Winneke G. Review of adverse health effects of odours in field studies. *Water Sci. Technol.* 2009; 59(7): 1281–9. <https://doi.org/10.2166/wst.2009.113>
- Sucker K., Both R., Bischoff M., Guski R., Krämer U., Winneke G. Odor frequency and odor annoyance Part II: dose-response associations and their modification by hedonic tone. *Int. Arch. Occup. Environ. Health.* 2008; 81(6): 683–94. <https://doi.org/10.1007/s00420-007-0262-4>
- Herr C.E.W., Zur Nieden A., Kopka I., Rethage T., Gieler U., Eikmann T.F., et al. Assessment of somatic complaints in environmental health. *Int. J. Hyg. Environ. Health.* 2009; 212(1): 27–36. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2008.01.003>
- Herr C.E.W., zur Nieden A., Bödeker R.H., Gieler U., Eikmann T.F. Ranking and frequency of somatic symptoms in residents near composting sites with odor annoyance. *Int. J. Hyg. Environ. Health.* 2003; 206(1): 61–4. <https://doi.org/10.1078/1438-4639-00182>
- Radon K., Schulze A., Ehrenstein V., van Strien R.T., Praml G., Nowak D. Environmental exposure to confined animal feeding operations and respiratory health of neighboring residents. *Epidemiology.* 2007; 18(3): 300–8. <https://doi.org/10.1097/01.ede.0000259966.62137.84>
- Radon K., Peters A., Praml G., Ehrenstein V., Schulze A., Hehl O., et al. Livestock odours and quality of life of neighbouring residents. *Ann. Agric. Environ. Med.* 2004; 11(1): 59–62.
- Cavalini P.M., Koeter-Kemmerling L.G., Pulles M.P.J. Coping with odour annoyance and odour concentrations: Three field studies. *J. Environ. Psychol.* 1991; 11(2): 123–42.
- Cavalini P.M. Industrial odorants: the relationship between modeled exposure concentrations and annoyance. *Arch. Environ. Health.* 1994; 49(5): 344–51. <https://doi.org/10.1080/00039896.1994.9954985>
- Aatamila M., Verkasalo P.K., Korhonen M.J., Viluksela M.K., Pasanen K., Tiittanen P., et al. Odor annoyance near waste treatment centers: a population-based study in Finland. *J. Air Waste Manag. Assoc.* 2010; 60(4): 412–8. <https://doi.org/10.3155/1047-3289.60.4.412>
- Claeson A.-S., Lidén E., Nordin M., Nordin S. The role of perceived pollution and health risk perception in annoyance and health symptoms: a population-based study of odorous air pollution. *Int. Arch. Occup. Environ. Health.* 2013; 86(3): 367–74. <https://doi.org/10.1007/s00420-012-0770-8>
- Shusterman D., Lipscomb J., Neutra R., Satin K. Symptom prevalence and odor-worry interaction near hazardous waste sites. *Environ. Health Perspect.* 1991; 94: 25–30. <https://doi.org/10.1289/ehp.94-1567940>
- Lipscomb J.A., Goldman L.R., Satin K.P., Smith D.F., Vance W.A., Neutra R.R. A follow-up study of the community near the McColl waste disposal site. *Environ. Health Perspect.* 1991; 94: 15–24. <https://doi.org/10.1289/ehp.94-1567957>
- Ames R.G., Stratton J.W. Acute health effects from community exposure to N-propyl mercaptan from an ethoprop (Mocap)-treated potato field in Siskiyou County, California. *Arch. Environ. Health.* 1991; 46(4): 213–7. <https://doi.org/10.1080/00039896.1991.9937451>
- Thu K., Donham K., Ziegenhorn R., Reynolds S., Thorne P.S., Subramanian P., et al. A control study of the physical and mental health of residents living near a large-scale swine operation. *J. Agric. Saf. Health.* 1997; 3(1): 13–26.
- Wing S., Wolf S. Intensive livestock operations, health, and quality of life among eastern North Carolina residents. *Environ. Health Perspect.* 2000; 108(3): 233–8. <https://doi.org/10.1289/ehp.00108233>
- Schinasi L., Horton R.A., Guidry V.T., Wing S., Marshall S.W., Morland K.B. Air pollution, lung function, and physical symptoms in communities near concentrated Swine feeding operations. *Epidemiology.* 2011; 22(2): 208–15. <https://doi.org/10.1097/ede.0b013e3182093c8b>
- Wing S., Horton R.A., Rose K.M. Air pollution from industrial swine operations and blood pressure of neighboring residents. *Environ. Health Perspect.* 2013; 121(1): 92–6. <https://doi.org/10.1289/ehp.1205109>
- Lowman A., McDonald M.A., Wing S., Muhammad N. Land application of treated sewage sludge: community health and environmental justice. *Environ. Health Perspect.* 2013; 121(5): 537–42. <https://doi.org/10.1289/ehp.1205470>
- Avery R.C., Wing S., Marshall S.W., Schiffman S.S. Odor from industrial hog farming operations and mucosal immune function in neighbors. *Arch. Environ. Health.* 2004; 59(2): 101–8. <https://doi.org/10.3200/acoh.59.2.101-108>
- Taylor S.M., Sider D., Hampson C., Taylor S.J., Wilson K., Walter S.D., et al. Community health effects of a petroleum refinery. *Ecosystem Health.* 1997; 3(1): 27–43. <https://doi.org/10.1111/j.1526-0992.1997.00704.pp.x>
- Luginaah I.N., Martin Taylor S., Elliott S.J., Eyles J.D. Community reappraisal of the perceived health effects of a petroleum refinery. *Soc. Sci. Med.* 2002; 55(1): 47–61. [https://doi.org/10.1016/s0277-9536\(01\)00206-4](https://doi.org/10.1016/s0277-9536(01)00206-4)
- Luginaah I.N., Taylor S.M., Elliott S.J., Eyles J.D. A longitudinal study of the health impacts of a petroleum refinery. *Soc. Sci. Med.* 2000; 50(7-8): 1155–66. [https://doi.org/10.1016/s0277-9536\(99\)00362-7](https://doi.org/10.1016/s0277-9536(99)00362-7)
- Engvall K., Norrby C., Norbäck D. Asthma symptoms in relation to building dampness and odour in older multifamily houses in Stockholm. *Int. J. Tuberc. Lung Dis.* 2001; 5(5): 468–77.
- Liu H.L., Lam L.T., Wang T., Hou C.C., Zeng Q., Feng L.H., et al. The health effects of odor emission from domestic renovation on household residents in Tianjin, China. *J. Environ. Health.* 2007; 69(7): 46–50.
- Eltarkawe M., Miller S. The impact of industrial odors on the subjective well-being of communities in Colorado. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2018; 15(6): 1091. <https://doi.org/10.3390/ijerph15061091>
- Steinheider B. Environmental odours and somatic complaints. *Zentralbl. Hyg. Umweltmed.* 1999; 202(2-4): 101–19.
- Schiffman S.S., Williams C.M. Science of odor as a potential health issue. *J. Environ. Qual.* 2005; 34(1): 129–38.
- Schiffman S.S., Walker J.M., Dalton P., Lorig T.S., Raymer J.H., Shusterman D., et al. Potential health effects of odor from animal operations,



- wastewater treatment, and recycling of byproducts. *J. Agromedicine*. 2004; 9(2): 397–403.
36. Winneke G. The assessment of the impact of environmental odours in the community. In: *Proceedings of Environmental Odour Management Conference*. Cologne; 2004: 5–7.
  37. Guski R. *Lärm-Wirkungen unerwünschter Geräusche Bern*. Huber; 1987.
  38. Shtaynkhayder B., Vinneke G. Industrial odors as sources of stress. The relationship of the degree of exposure and irritation, the impact of ways to deal with stress, factors of gender and age. In: *Collection of Reports of the International Conference «Topical issues of odor assessment and regulation» [Sbornik dokladov Mezhdunarodnoy konferentsii «Aktual'nye voprosy otsenki i regulirovaniya zapakha»]*. Moscow; 2006: 203–24. (in Russian)
  39. Van Harreveld A.P. Overview of developments in odour management. In: *Proceedings of Environmental Odour Management Conference*. Cologne; 2004: 1–4.
  40. Van Harreveld A.P. From odorant formation to odour nuisance: new definitions for discussing a complex process. *Water Sci. Technol.* 2001; 44(9): 9–15.
  41. Axelsson G., Stockfelt L., Andersson E., Gidlof-Gunnarsson A., Sallsten G., Barregard L. Annoyance and worry in a petrochemical industrial area – prevalence, time trends and risk indicators. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2013; 10(4): 1418–38.
  42. De Feo G., De Gisi S., Williams I.D. Public perception of odour and environmental pollution attributed to MSW treatment and disposal facilities: A case study. *Waste Manag.* 2013; 33(4): 974–87. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.12.016>
  43. Atari D.O., Luginaah I.N., Gorey K., Xu X., Fung K. Associations between self-reported odour annoyance and volatile organic compounds in “Chemical Valley”, Sarnia, Ontario. *Environ. Monit. Assess.* 2013; 185(6): 4537–49. <https://doi.org/10.1007/s10661-012-2887-3>
  44. Radon K., Peters A., Pramk G., Ehrenstein V., Shulze A., Hehl O., Nowak D., et al. Odours from livestock farms and quality of life in the surrounding areas. In: *Collection of Reports of the International Conference «Topical issues of odor assessment and regulation» [Sbornik dokladov Mezhdunarodnoy konferentsii «Aktual'nye voprosy otsenki i regulirovaniya zapakha»]*. Moscow; 2006: 281–8. (in Russian)
  45. Heaney C.D., Wing S., Campbell R.L., Caldwell D., Hopkins B., Richardson D., et al. Relation between malodor, ambient hydrogen sulfide, and health in a community bordering a landfill. *Environ. Res.* 2011; 111(6): 847–52. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2011.05.021>
  46. Horton R.A., Wing S., Marshall S.W., Brownley K.A. Malodor as a trigger of stress and negative mood in neighbors of industrial hog operations. *Am. J. Public Health*. 2009; 99(S3): S610–5. <https://doi.org/10.2105/ajph.2008.148924>
  47. Oiama T.H., Luginaah I.N., Baxter J. Cumulative effects of noise and odour annoyances on environmental and health related quality of life. *Soc. Sci. Med.* 2015; 146: 191–203. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2015.10.043>
  48. Effects and assessment of odours. Assessment of odour annoyance. Questionnaires. VDI 3883. Part 1. 2015.
  49. Brattoli M., Mazzone A., Giua R., Assennato G., de Gennaro G. Automated collection of real-time alerts of citizens as a useful tool to continuously monitor malodorous emissions. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2016; 13(3): 263. <https://doi.org/10.3390/ijerph13030263>
  50. Zarra T., Galang M.G., Ballesteros F., Belgiorno V., Naddeo V. Environmental odour management by artificial neural network – A review. *Environ. Int.* 2019; 133(Pt. B): 105189. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105189>
  51. Iliyas S.A., Elshafei M., Habib M.A., Adeniran A.A. RBF neural network inferential sensor for process emission monitoring. *Control Eng. Pract.* 2013; 21(7): 962–70.
  52. Janes K.R., Yang S.X., Hacker R.R. Pork farm odour modelling using multiple-component multiple-factor analysis and neural networks. *Appl. Soft Comput.* 2005; 6(1): 53–61. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2004.10.006>
  53. Micone P.G., Guy C. Odour quantification by a sensor array: An application to landfill gas odours from two different municipal waste treatment works. *Sens. Actuators B Chem.* 2007; 120(2): 628–37. <https://doi.org/10.1016/J.SNB.2006.03.026>
  54. Monazzam M.R., Avishan M., Asghari M., Boubehrej M. Assessment of odor annoying impacts on trade and serving centers close to a vegetable oil manufacturing plant. *Curr. World Environ.* 2012; 7(2): 191–200.
  55. Sakawi Z., Sharifah Mastura S.A., Jaafar O., Mahmud M. Community perception of odor pollution from the landfill. *RJEES*. 2011; 3(2): 142–5.
  56. Brancher M., De Melo Lisboa H. Odour impact assessment by community survey. *Chem. Eng. Trans.* 2014; 40: 139–44.
  57. Brancher M., Piringer M., Franco D., Belli Filho P., De Melo Lisboa H., Schaubberger G. Assessing the inter-annual variability of separation distances around odour sources to protect the residents from odour annoyance. *J. Environ. Sci. (China)*. 2019; 79: 11–24. <https://doi.org/10.1016/j.jes.2018.09.018>
  58. Basaraba I.N. The problem of foreign odor of the polluted atmosphere of an industrial city. In: *All-Union Scientific Conference «Problems of Monitoring the Health of the Population of Industrial Cities» [Vsesoyuznaya nauchnaya konferentsiya «Problemy monitoringa za zdorov'em naseleniya promyshlennykh gorodov»]*. Angarsk; 1989: 12. (in Russian)
  59. Shiffman S.S. Odors from livestock enterprises: impact on human health and well-being. In: *Collection of Reports of the International Conference «Topical issues of odor assessment and regulation» [Sbornik dokladov Mezhdunarodnoy konferentsii «Aktual'nye voprosy otsenki i regulirovaniya zapakha»]*. Moscow; 2006: 177–202. (in Russian)