



Ингель Ф.И., Бударина О.В., Ахальцева Л.В.

Анализ влияния запаха с высоким потенциалом раздражения на самочувствие, активность и настроение человека в одориметрических исследованиях

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

Введение. Известно, что посторонний запах может вызывать негативную эмоциональную реакцию человека и, как следствие, снижать качество жизни, с чем, вероятнее всего, связано большое количество жалоб населения на загрязнение атмосферного воздуха выбросами некоторых производств. Обратное утверждение о влиянии эмоционального состояния человека на восприятие им запаха тоже может оказаться верным. Оценку связи между характеристиками запаха и эмоциональным состоянием человека можно изучать в условиях лабораторного ольфакто-одориметрического исследования с участием специально обученных исследователей.

Цель работы — изучение в лабораторных условиях влияния запаха с высоким потенциалом раздражения на самочувствие, активность и настроение человека.

Материалы и методы. 10 исследователей возрастом от 26 лет до 71 года обоего пола, предварительно прошедших психологическое тестирование с помощью батареи стандартных опросников для оценки эмоционального состояния и качества жизни, приняли участие в 2 сериях одориметрических исследований на ольфактометре ECOMA T08, в процессе которых им предстояло оценить интенсивность запаха и раздражающее действие многокомпонентного одоранта с наибольшим вкладом изопропилмеркаптана, этилмеркаптана и 2-бутантиола (неприятный запах). Влияние запаха на самочувствие, активность и настроение экспертов до, в процессе и после одориметрии определяли с использованием тестовой карты САН, оценивающей самочувствие, активность, настроение.

Результаты работы показали, что восприятие запаха связано с возрастом экспертов, их эмоциональным состоянием на момент одориметрии и некоторыми показателями качества жизни. Установлено, что восприятие неприятного запаха при воздействии его осязаемых концентраций может приводить к повышению активности и улучшению настроения экспертов. В то же время экспозиция к более высоким концентрациям в большинстве случаев ассоциирована со снижением активности и ухудшением настроения, а также — у некоторых экспертов — с ухудшением самочувствия вне зависимости от возраста. Сравнение результатов настоящей работы с данными, полученными в единственном аналогичном исследовании запаха выбросов предприятия по производству жевательной резинки, выполненного по общему плану на том же оборудовании, продемонстрировало качественное сходство восприятия экспертами постороннего запаха разного гедонического тона: связь с возрастом, эмоциональным состоянием и показателями качества жизни экспертов. Кроме того, выявлено однотипное влияние запахов разного гедонического тона на показатели активности и настроения экспертов.

Заключение. Хотя полученные результаты пока не позволяют однозначно заключить, какая именно сила запаха (концентрация пахучих веществ) является неприемлемой величиной для всех экспертов, проведение подобных исследований необходимо для изучения влияния запаха на состояние систем адаптации организма, на старте которых находится данный цикл работ. Кроме того, полученные данные позволяют заключить, что все жалобы населения на наличие постороннего запаха, причём любого по характеру и гедоническому тону, чаще всего являются оправданными, заслуживают внимательного отношения и быстрого реагирования санитарных служб.

Ключевые слова: запах разного гедонического тона; выбросы предприятия; модельная смесь пахучих веществ; ольфакто-одориметрические исследования; эмоциональное состояние человека; изменения самочувствия, активности и настроения

Для цитирования: Ингель Ф.И., Бударина О.В., Ахальцева Л.В. Анализ влияния запаха с высоким потенциалом раздражения на самочувствие, активность и настроение человека в одориметрических исследованиях. *Гигиена и санитария*. 2021; 100 (6): 560-567. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-6-560-567>

Для корреспонденции: Ингель Фаина Исаковна, доктор биол. наук, зав. лаб. генетической токсикологии с группой цитогистологии ФГБУ «ЦСП» ФМБА России, 119121, Москва. E-mail: FIngel@cspmz.ru

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Финансирование. Работа выполнена в рамках государственного задания по теме «Анализ изменений адаптации у населения, проживающего в районах размещения предприятий — источников запаха, с целью разработки рекомендаций по управлению риском возникновения экологически обусловленных заболеваний».

Участие авторов: Ингель Ф.И. — концепция и дизайн исследования, формирование групп, организация обследования, сбор и обработка материала, поиск источников литературы, статистический анализ, написание текста, редактирование; Бударина О.В. — концепция и дизайн исследования, формирование групп, организация обследования, поиск источников литературы, статистический анализ, написание текста; Ахальцева Л.В. — поиск источников литературы, статистический анализ, написание текста. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Поступила 21.09.2020 / Принята к печати 10.03.2021 / Опубликована 28.06.2021

Faina I. Ingel, Olga V. Budarina, Lyudmila V. Akhaltseva

Impact of odour with high annoyance potential on human feeling, activity, and mood in odorimetric studies

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

Introduction. It is known that an extraneous odour can cause an adverse emotional reaction of a person and, as a result, reduce the quality of life, which is most likely the reason for a large number of complaints of air pollution from the population. The converse statement about the influence of a person's emotional state on his/her perception of a smell can also be true. An assessment of the relationship between odour characteristics and emotional state of a person can be investigated in a laboratory olfactory-odorimetric study with the participation of specially trained investigators.

The aim of this study was to analyze in laboratory conditions the impact of odour with high annoyance potential on human feeling, activity, and mood.

Materials and methods. Ten 26–71-years healthy investigators of both genders, who have been psychologically tested with a block of standard psychological questionnaires to evaluate emotional stress expression and quality of life, took part in 2 series of odorimetric studies on the ECOMA T08 olfactometer. During this study, they assessed the odour intensity and annoying effect of multicomponent odorant with isopropyl mercaptan, ethyl mercaptan, and 2-butanethiol largest contribution

(unpleasant odour). The influence of the odour on investigators' feeling, activity, and mood before, during, and after odorimetry was determined using a FAM (feeling, activity, and mood) test card.

The study results showed the perception of unpleasant smell to be connected with investigators' age, emotional state at the time of odorimetry, and some indices of the life quality. It is established that the perception of the smell in its tangible concentrations can lead to increased activity and improved mood. At the same time, exposure to the odour in higher concentrations, in most cases, was associated with decreased activity and mood, as well as - for some investigators - with decrease of feelings regardless of age. The given work results comparison with data obtained in the only similar study of odour emissions of chewing gum production carried out with a common methodic approach and on the same equipment, demonstrated a qualitative similarity in the perception of an extraneous odour of different hedonic tone: a connection with age, background emotional state, and quality of life indicators. Moreover, it was revealed odours of different hedonic tones to be influenced in the same way on investigators' activity and mood indices.

Conclusion. Although the obtained results do not allow us to unambiguously conclude which odour strength (concentration of odorous substances) is an unacceptable value for all investigators, the similar research implementation is necessary to study the odour impact on the human adaptation systems. In addition, the data obtained allow us to conclude that all complaints of the presence of an extraneous odour of any character and hedonic tone, are most often justified, deserve careful attention and a quick response from the sanitary services.

Keywords: odour of different hedonic tones; emissions of the enterprise; model mixture of odorous substances; olfacto-odorimetric studies; the emotional state of a person; changes in health, activity and mood

For citation: Ingel F.I., Budarina O.V., Akhaltseva L.V. Impact of odour with high annoyance potential on human feeling, activity and mood in odorimetric studies. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2021; 100 (6): 560-567. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-6-560-567> (In Russ.)

For correspondence: Faina I. Ingel, MD, Ph.D., DSci., head of the laboratory of genetic toxicology with group of cytohistology of the Centre for Strategic Planning and Management of Biomedical Health Risks of the Federal Medical Biological Agency, Moscow, 119121, Russian Federation. E-mail: FIngel@cspmrz.ru

Information about authors:

Ingel F.I., <https://orcid.org/0000-0002-2262-6800>; Budarina O.V., <https://orcid.org/0000-0003-4319-7192>; Akhaltseva L.V., <https://orcid.org/0000-0002-3619-3858>

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

Acknowledgment. The study had no sponsorship.

Contribution of the authors: Ingel F.I. – the concept and design of the study, forming groups, organization of the survey, the collection and processing of the material, search for literature sources, statistical analysis, writing a text, editing; Budarina O.V. – the concept and design of the study, forming groups, organization of the survey, search for literature sources, statistical analysis, writing a text; Akhaltseva L.V. – search for literature sources, statistical analysis, writing a text. All co-authors – approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Received: September 21, 2021 / Accepted: March 3, 2021 / Published: June 28, 2021

Введение

Непременными атрибутами современных населённых пунктов являются объекты, в выбросах которых присутствуют вещества с неприятным запахом (канализационные очистные сооружения, полигоны ТБО, мусоросжигательные заводы, промышленные предприятия и др.). Установлено, что запахи, обусловленные этими выбросами, обладают высоким потенциалом «раздражения». Эпидемиологические исследования, проведённые за рубежом, показали, что наиболее чувствительная часть населения испытывает значительное «раздражение» (annoyance) от запахов очистных сооружений, присутствующих в атмосфере уже на сравнительно низком уровне экспозиции [1–3]. Растущее строительство городов и увеличение нагрузки на канализационные системы приводит к тому, что всё большее количество людей проживает в непосредственной близости от указанных объектов и, следовательно, подвергается влиянию их выбросов в атмосферу.

Навязчивое действие любого запаха (приятного или неприятного по гедоническому тону) нередко вызывает жалобы населения, проживающего в районе размещения предприятий-источников, на нарушения со стороны здоровья (общее недомогание, головная боль, кашель, одышка, раздражение слизистой верхних дыхательных путей и глаз и т. д.) [2]. Известно также, что действие запаха может неблагоприятно сказываться на настроении людей, вызывая повышенную раздражимость, снижение энергичности, повышение эмоционального напряжения вплоть до депрессии, утомляемость и рассеянность [4, 5]. В исследованиях, проведённых за рубежом с участием волонтеров, показано, что реакция эмоциональной сферы человека существенно зависит от гедонического тона запаха (его приятности/неприятности). Так, например, воздействие на молодых здоровых волонтеров запаха масла лаванды (известного релаксанта) сопровождалось снижением артериального давления, частоты сердечных сокращений и температуры тела, что указывает на снижение вегетативного возбуждения. Испытуемые после воздействия сочли себя более активными, свежими и расслабленными, чем те, кто просто вдыхал запах базового масла [6]. Молодые волонтеры, страдавшие различными заболеваниями, при экспозиции к индивидуально подобранным запахам, которые они считали приятными, отметили ряд позитивных изменений, включая уменьшение боли и улучшение настроения [7]. В то же время самыми распространёнными реакциями на неприятные запахи (сероводорода, пиридина, пропионовой кислоты и др.) были нарастание гнева, отвращения, дискомфорта и беспокойства [8, 9].

Результаты как цитированных, так и ряда других похожих исследований отличаются тем, что они не могут быть использованы ни при планировании, ни при анализе данных гигиенических исследований и экстраполированы на население. Во-первых, уже просто потому, что группы волонтеров сформированы либо из молодых, либо из людей не старше 50 лет [6–10]. Кроме того, экспозиция в большинстве таких работ осуществляется либо без количественной оценки содержания пахучего вещества в воздухе, либо без анализа гедонического тона запаха, что не позволяет получить точную характеристику воздействия. Исследования, направленные на оценку запаха разного гедонического тона и выполняемые именно в гигиенических исследованиях влияния различных производств на здоровье человека [11, 12], не позволяют оценить изменение основных эмоциональных реакций. Для восполнения этих пробелов в практике изучения запаха мы инициировали серию оригинальных лабораторных исследований, направленных на изучение связи между особенностями экспозиции к запаху разного гедонического тона, эмоциональным состоянием исследователей и изменением особенностей субъективного состояния человека в динамике исследования.

Настоящее исследование – второе в этом направлении (первое опубликовано в 2018 г. [13]). Его целью стало изучение влияния запаха с высоким потенциалом раздражения – смеси природных меркаптанов (СПМ), входящих в состав выбросов многих объектов (очистных сооружений, нефтегазоперерабатывающих и сельскохозяйственных предприятий и др.), на эмоциональное состояние, качество жизни*, самочувствие, активность и настроение человека.

* В соответствии с определениями ВОЗ под качеством жизни следует понимать «...восприятие индивидами их положения в жизни в контексте культуры и систем ценностей, в которых они живут, в соответствии с их целями, ожиданиями, стандартами и заботами. Это весьма широкая и далекоидущая концепция, включающая комплексным образом физическое здоровье людей, психологическое состояние, уровень независимости, социальные взаимоотношения, личные представления и взаимосвязь с наиболее характерными особенностями и характеристиками окружающей среды» [22].

Таблица 1 / Table 1

Половозрастная характеристика группы исследователей и результаты самооценки их эмоционального состояния до начала одориметрии**Gender and age characteristics of the experts and the results of their emotional state self-estimation before beginning of the odorimetry**

Эксперт Expert's ID	Возраст, лет Age, years	Пол Gender	Шкала социальной адаптации Холмса–Рахе, балл Holmes-Rahe social adaptation scale, points	Шкала тревоги Тейлор, балл Taylor Anxiety Scale, points	Шкала переутомления Экклза, балл Ackles Overfatigue Scale, points	«Градусник» Киселёва – межличностные отношения, балл Kiselev's "thermometer" – interpersonal relations, points
1	26	Женский Female	39	11	2.5	78
2	55	Женский Female	113	16	4	64
3	56	Женский Female	59	10	2.5	87
4	50	Женский Female	110	25	5	77
5	44	Женский Female	86	12	7.5	57
6	27	Женский Female	89	6	0.5	88
7	54	Женский Female	91	10	1.5	83
8	65	Женский Female	178	22	4	61
9	60	Мужской Male	140	1	0.5	79
10	71	Мужской Male	0	19	2.5	53

Материалы и методы

Изучали влияние смеси природных меркаптанов – запаха с высоким потенциалом раздражения.

Определение порогов ощущения и силы запаха осуществляли на динамическом ольфактометре ЕСОМА Т08 (Германия). Принцип работы прибора заключается в том, что заданные разведения исследуемой смеси веществ из специального налофанового мешка, подсоединённого к ольфактометру с системой прецизионного разбавления этой пробы чистым воздухом, поступают к нюхательному порту для оценки исследователями. Анализ начинался с неощутимых концентраций, что достигалось путём первоначального максимального разбавления исследуемой пробы чистым воздухом. Каждое последующее 2-кратное повышение концентраций обеспечивалось автоматическим 2-кратным уменьшением разведения очередной порции исследуемой пробы.

Для ольфакто-одориметрической оценки использован одорант СПМ (ТУ 51-31323949-94-2002), содержащий 16 компонентов с наибольшим вкладом изопропилмеркаптана, этилмеркаптана и 2-бутантиола (соответственно 42; 23 и 15% массы всех веществ). В ходе работы исследователям предъявляли серию разведений смеси СПМ с чистым воздухом из мешка объёмом 10 л. С каждой подачей воздуха, загрязнённого запахом, исследователи оценивали наличие и интенсивность ощущаемого запаха.

До начала работы все исследователи получили следующее разъяснение относительно регламента работы:

- работа будет проводиться дважды в течение одного дня с интервалом в 2–3 ч;
- в ходе исследования испытуемым подаётся 2 серии разведений (концентраций) пахучих веществ в воздухе: первая серия начинается с неощутимых и заканчивается концентрациями, безусловно осязаемыми всеми экспертами; вторая серия начинается с неощутимых и заканчивается максимально достижимыми в условиях данного эксперимента концентрациями;
- при каждом ощущении запаха эксперт должен нажать кнопку «да, есть запах» на панели ольфактометра, при этом одновременно он должен оценить и записать интенсивность ощущаемого запаха по 5-балльной шкале.

В работе принимали участие 10 исследователей-добровольцев: 2 мужчин и 8 женщин в возрасте от 26 лет до 71 года (табл. 1).

Для проверки гипотезы о возможной связи ощущения неприятного запаха с эмоциональным состоянием человека использовали методы психологического анкетирования. До

начала работы всем исследователям разъяснили правила анкетирования, учёта результатов и их публикации (конфиденциальность, право отказаться от участия в анкетировании и пр.), порядок и правила ответов на вопросы анкет. Во избежание некорректных оценок влияния запаха, обусловленных эмоциональным напряжением, до начала работы все исследователи отвечали на общие вопросы карты-интервью, а также заполняли стандартные психологические опросники-анкеты, определяющие степень социальной адаптации [14], степень выраженности тревоги [15] и переутомления [16], а также характер межличностных отношений [17] и качество жизни [18, 19].

Перед началом работы (точка «0»), после первого (точка «1») и после второго (точка «2») предъявления запаха исследователи отвечали на вопросы тестовой карты САН [20], предназначенной для самооценки состояния здоровья, активности и настроения.

Работу проводили летом в середине недели в первой половине дня в соответствии с Хельсинкской декларацией об этических принципах медицинских исследований [21] и с соблюдением принципа конфиденциальности получаемой информации, обеспечением права человека отказаться от участия в работе, информированием об использовании получаемой информации. До начала работы каждый эксперт подписал информированное согласие на участие в работе.

Статистическую обработку результатов проводили с использованием стандартного пакета программ Statistica 10.2. Принимая во внимание характер распределения полученных данных и небольшую численность группы исследователей, анализ корреляций между разнохарактерными данными проводили с использованием непараметрического критерия Спирмена.

Результаты

Анализ полученных данных прежде всего продемонстрировал, что ни один из исследователей до начала работы не имел показателей, которые свидетельствовали бы о выраженном неблагополучии в эмоциональной сфере (табл. 1, 2).

Как видно, эмоциональное состояние исследователей, определённое по шкале социальной адаптации, в основном вписывалось в границы нормы (40–300 баллов). По шкале переутомления у 6 исследователей выявлен несколько повышенный уровень тревоги (сумма баллов меньше 15), что выразилось в отрицании большинства психологических проблем, в норме характерных для практически здоровых людей. Подобное состояние может иметь или не иметь характера неадаптивной психологической защиты и в нашей

Таблица 2 / Table 2

Самооценка качества жизни экспертов, баллы
Self-estimation of the experts' quality of life, points

Эксперт Expert's ID	Напряжённость и чувствительность Tension and sensitivity	Депрессия, сонливость, рассеянность Depression, drowsiness, absent-mindedness	Изменения настроения Mood changes	Значимость социального окружения The social environment importance	Самооценка здоровья The self – estimation of health	Удовлетворённость повседневной деятельностью Satisfaction with daily activities	Качество жизни (итоговая оценка)	
							баллы points	стандартная оценка (стен) standard estimation
1	8	14	5	5	6	8	46	3
2	13	17	5	10	6	9	60	5
3	8	13	7	3	9	6	46	3
4	12	14	7	8	10	5	56	5
5	13	17	5	5	9	8	57	5
6	10	9	6	4	3	6	38	2
7	7	9	4	8	8	8	44	3
8	12	17	5	4	8	5	51	4
9	5	7	2	4	4	5	27	1
10	12	16	7	6	10	7	58	5

Примечание. Пороговое значение, сигнализирующее об ухудшении качества жизни, составляет 33 балла (стандартная оценка, стен = 1); наихудшее состояние оценивается 93–100 баллами, стен = 10.

Note. The threshold value signaling about the deterioration of the quality of life is 33 points (the standard estimation = 1); the worst condition is estimated at 93–100 points (the standard estimation = 10).

работе не было ассоциировано с половозрастными особенностями исследователей-экспертов. Использование «градусника» Киселёва выявило существенные проблемы в межличностных отношениях (сумма баллов меньше 70) у четверых исследователей, что также не было связано с полом и возрастом.

Результаты самооценки качества жизни исследователей по шкале субъективного благополучия (ШСБ) показаны в табл. 2.

Как видно из этой таблицы, никто из исследователей не проявил критически низкого представления о качестве своей жизни, тем не менее восприятие своего качества жизни было ассоциировано с их возрастом ($r = 0,65$; $p \leq 0,05$). То есть анкетирование ещё раз продемонстрировало, что для молодых людей характерно представление о более высоком качестве своей жизни по сравнению с восприятием людей того же пола, но более зрелого возраста.

Данные, полученные при оценке изменений самочувствия, активности и настроения в ходе исследований с использованием тестовой карты САН, показаны в табл. 3.

Анализируя полученные данные, прежде всего следует отметить, что исследователь 5 (44 года) при первом тестировании с использованием тестовой карты САН (точка «0», см. табл. 3) показал низкую оценку состояния своего здоровья. Однако в последующих сериях ольфактометрии эта оценка не воспроизвелась, что позволяет заключить о весьма пристальном наблюдении этого человека за своим самочувствием (может быть, с проявлением некоторой мнительности). Присутствие такого исследователя в группе подчёркивает корректность её формирования, потому что в реальной жизни экспозиции к запаху подвергаются люди в любом эмоциональном состоянии. Участие таких исследователей в работе повышает общую эффективность группы.

Таблица 3 / Table 3

Результаты самооценки самочувствия, активности и настроения с использованием тестовой карты САН, баллы
The results of well-being, activity and mood self-estimation using the WAM test card, points

Эксперт Expert ID	До начала работы (САН «0») Before the beginning of the olfactometry (WAM «0»)			После 1-го ольфакторного воздействия (САН «1») After the first olfactometry exposure (WAM «1»)			После 2-го ольфакторного воздействия (САН «2») After the second olfactometry exposure (WAM «2»)		
	самочувствие well-being	активность activity	настроение mood	самочувствие well-being	активность activity	настроение mood	самочувствие well-being	активность activity	настроение mood
	1	53	39	64	48	42	56	55	54
2	51	57	51	50	53	49	48	53	46
3	47	45	47	47	46	53	54	44	51
4	46	44	48	48	47	57	48	50	47
5	27	48	56	50	50	57	43	46	49
6	61	53	56	58	59	57	57	55	58
7	44	43	56	46	43	53	41	33	57
8	52	56	55	46	57	56	56	33	58
9	62	54	55	50	52	53	58	51	52
10	40	32	44	48	48	49	48	38	48

Таблица 4 / Table 4

Изменения показателей САН в процессе сеанса одориметрии
Changes in WAM indicators during an odorimetry session

Изменения в состоянии экспертов Change in expert's status		1-я серия 1 st series			2-я серия 2 nd series		
		самочувствие well-being	активность activity	настроение mood	самочувствие well-being	активность activity	настроение mood
Улучшение	Improvement	4	7	6	4	2	4
Ухудшение	Deterioration	5	2	4	4	7	6
Без изменений	No changes	1	1	0	2	1	0

Направленность изменений показателей САН в ходе исследования приведена в табл. 4.

Как видно из этой таблицы, 1-я серия одориметрии вызвала у исследователей преимущественно повышение активности и улучшение настроения, в то время как 2-я серия – в основном снижение активности и ухудшение настроения. Важно, что с возрастом исследователей были связаны только изменения настроения, причём определённые только до начала опыта и только после его 1-й серии (САН «0» и САН «1»: $r = -0,73$ и $-0,66$ соответственно; $p \leq 0,05$), что согласуется с данными [23, 24]. Напомним, что в 1-й серии наибольшими концентрациями были пороговые, а во 2-й – максимально достижимые концентрации. То есть именно влияние максимально достижимых концентраций запаха привело к существенному снижению активности и настроения большинства исследователей. Самочувствие, видимо, является более устойчивой характеристикой человека, во всяком случае, существенных изменений этого показателя в процессе исследования выявить не удалось.

Полученные данные позволяют сделать два заключения: 1) для суждения о результатах первого предъявления запаха по САН-характеристикам экспертов важно учитывать их исходное состояние (САН «0»); 2) повторное предъявление запаха смеси меркаптанов (САН «2») в большинстве случаев ожидаемо ухудшило показатели САН исследователей. Именно различие в индивидуальной реакции исследовате-

лей на предъявление запаха не позволило выявить значимых ассоциативных связей с характеристиками запаха ни в одной из серий работы. Это может говорить либо об очень быстрой адаптации к неприятному запаху, которого нельзя избежать [24], либо об отсроченности проявления этих изменений САН. Не исключена вероятность обнаружения изменений каких-то показателей САН только при более длительном предъявлении запаха.

Анализ данных об особенностях индивидуального восприятия запаха приведен в табл. 5.

Как видно из этой таблицы, индивидуальная чувствительность к запаху, которая в 1-й серии максимально различалась между исследователями в 33 раза, во 2-й серии различалась уже в 263 раза, что, вероятнее всего, может свидетельствовать о различиях в адаптации к запаху. При этом индивидуальный порог запаха при его повторном предъявлении (от серии 1 к серии 2) повысился у четверых исследователей, понизился у троих и не изменился также у троих исследователей. Интенсивность запаха, которую в протоколах отмечали сами исследователи, индивидуальный порог запаха и количество ответов «+» о раздражающем действии запаха не были связаны с половозрастными особенностями, хотя в литературе имеются сведения о снижении чувствительности к запаху с возрастом человека [25]. Единую тенденцию восприятия запаха экспертами выявить не удалось. Так, исследователь 8 (65 лет) в обеих сериях эксперимента отметил

Таблица 5 / Table 5

Характеристика индивидуального восприятия запаха
The characteristics of individual smell perception

Эксперт Expert ID	Кратность разведения исходного образца смеси (индивидуальный порог запаха) The dilution ratio of the initial sample of the mixture (individual odor threshold)		Изменение чувствительности к запаху в процессе работы, категория* Change in sensitivity to smell in the process of odorimetry, category*	Восприятие интенсивности запаха, баллы The perception of odor intensity, points		Количество ответов «+» о наличии раздражающего запаха Number of "+" responses about the odor annoyance	
	1-я серия 1 st series	2-я серия 2 nd series		1-я серия 1 st series	2-я серия 2 nd series	1-я серия 1 st series	2-я серия 2 nd series
	1	181		90	2	5	5
2	181	181	1	3	3	0	0
3	90	22	2	3	3	0	0
4	362	5792	4	3	3	0	0
5	181	2896	4	3	4	2	2
6	90	90	1	2	3	0	0
7	11	0	2	2	2	0	0
8	181	181	1	2	3	0	1
9	22	45	3	2	3	0	0
10	45	181	3	3	4	0	0

Примечание. * Динамика восприятия запаха: (результаты 1-й серии) – (результаты 2-й серии). Категории для определения тенденции чувствительности к запаху от первого ко второму ольфакторному воздействию: 1 – без изменения; 2 – снижение индивидуального порога запаха; 3 – повышение индивидуального порога запаха менее чем в 5 раз; 4 – повышение индивидуального порога запаха в 5 и более раз.

Note. * Dynamics of smell perception: (results of the 1st series) – (results of the 2nd series). Categories for determining the tendency of sensitivity to odor from the first to the second olfactory effect: 1 – no change; 2 – lowering the individual odor threshold; 3 – an increase in the individual odor threshold by less than 5 times; 4 – an increase in the individual odor threshold by the factor of 5 or more times.

Таблица 6 / Table 6

Связь между особенностями эмоционального состояния исследователей, определённого с использованием разных шкал*, и восприятием ими запаха (коэффициенты корреляции, непараметрический критерий Спирмена)

The relationship between the expert's emotional state features, determined using different scales*, and their smell perception (correlation coefficients, nonparametric Spearman's test)

Показатель Parameter	Серия одориметрии The odorimetry series	Шкала субъективного благополучия Subjective Well-being Scale					Тревога Anxiety		Переутомление, баллы points overfatigue, points	Межличностные отношения, баллы Interpersonal relationships, points
		качество жизни quality of life		напряжённость и чувствительность strain and sensitivity, points	депрессия, сонливость, рассеянность depression, drowsiness, absent- mindedness	изменения настроения mood changes	баллы points	категория category		
		баллы points	стен standard estimation							
Индивидуальный порог запаха Individual odor threshold	1	-0.59	0.68	0.66	0.65	0.33	0.68	-0.44	0.80	-0.37
	2	-0.07	0.80	0.85	0.73	0.37	0.80	-0.65	0.81	-0.73
Тенденция изменения чувствительности к за- паху Tendency to change in sensi- tivity to odor	(2-1)	0.29	-0.10	-0.08	-0.13	0.09	0.08	0.08	0.16	-0.33
Восприятие интенсивности запаха Perception of odor intensity	1	-0.66	0.13	0.35	0.43	0.43	0.37	-0.12	0.50	-0.34
	2	-0.19	-0.03	0.32	0.43	0.24	0.22	0.00	0.31	-0.52
Количество ответов «+» о раздражающем запахе Number of "+" responses about the odor annoyance	1	-0.40	-0.17	0.23	0.34	-0.18	0.01	0.41	0.40	-0.29
	2	0.15	-0.07	0.51	0.62	-0.18	0.32	-0.05	0.59	-0.53

Примечание. * Показаны только те психологические шкалы, результаты использования которых проявили корреляционную связь с показателями чувствительности к запаху, значимую при $p \leq 0,05$. Значимые уровни выделены шрифтом.

Note. * In the table only those psychological scales, which results significantly ($p \leq 0.05$) correlated with indicators of sensitivity to odor, are shown. Significant levels are highlighted in font.

одинаковый порог запаха, в то время как интенсивность запаха в баллах – в соответствии с его протоколом – увеличилась с 2 до 3 баллов, а наличие раздражающего запаха этот эксперт отметил только во 2-й серии эксперимента. Похожая ситуация наблюдалась у 27-летнего исследователя 6, у которого при относительно низком пороге чувствительности предложенный запах вообще не вызвал раздражения. Исследователь 7, для которого в 1-й серии индивидуальный порог запаха был в 2–32 раза ниже, чем у всех остальных, во второй серии при реальном отсутствии запаха отметил его наличие, что может быть связано с особенностями интраназальных структур. То есть чувствительность к неприятному запаху является индивидуальной характеристикой каждого человека и, вероятнее всего, не может быть отнесена преимущественно к какой-нибудь одной категории людей. Вероятно, поэтому полученные данные не позволяют сделать однозначный вывод не только о том, какие концентрации модельной смеси меркаптанов вызывают раздражение у большинства исследователей, но и о том, какие концентрации этой смеси могут считаться неприемлемыми для всех.

Мы предположили, что существенную роль в восприятии запаха может играть эмоциональное состояние человека до начала исследования. Для проверки этой гипотезы провели корреляционный анализ между характеристиками эмоционального состояния экспертов и их чувствительностью к раздражающему запаху. Результаты этого анализа по критерию Спирмена показаны в табл. 6.

Как видно, практически все использованные психологические шкалы выявили ассоциативную связь с индивидуальным порогом запаха, причём чаще это проявлялось во 2-й серии эксперимента. Интересно, что восприятие интенсивности запаха было ассоциировано только с самооценкой исследователями качества своей жизни и только в 1-й серии

опыта. В то же время результаты 2-й серии выявили высокоуровневую тенденцию ($p \leq 0,07$) к связи с такими показателями качества жизни, как напряжённость и чувствительность, депрессия, сонливость, рассеянность, переутомление и межличностные отношения, что при небольшом объёме выборки является удовлетворительным результатом. Так, например, с улучшением социальной адаптации исследователя (шкала Холмса–Рахе), что принято считать отсутствием депрессивной симптоматики [14], интенсивность запаха ощущалась им как более слабая. То есть восприятие запаха человеком опосредовано его эмоциональным состоянием.

Обсуждение

Влияние запаха на здоровье и эмоциональную сферу человека активно изучается с 70-х годов прошлого века [26, 27]. В области психологии эмоций также имеется достаточное количество публикаций, относящихся к области восприятия запаха [28]. В частности, установлено, что восприятие запахов зависит не только от химического состава и концентрации пахучего вещества, гедонического тона запаха, но и от состояния человека, воспринимающего запах (пола и возраста, физического и гормонального статуса, «курительных привычек» и даже этнической принадлежности) [29]. Кроме того, фундаментальные исследования С.Л. Рубинштейна доказали, что восприятие запахов менее опосредствовано социальными и культурными факторами, чем восприятие других стимулов [30], то есть воздействие запаха имеет выраженную физиологическую направленность. Даже предложено изучать эмоциональную сферу человека с помощью оценки влияния различных запахов на основании того, что здоровые испытуемые и люди с эмоциональными расстройствами могут воспринимать одни и те же запахи

по-разному [29]. Это обосновывает адекватность оценки изменений эмоционального состояния человека при экспозиции к факторам среды в гигиенических исследованиях, что, в частности, может быть использовано при анализе жалоб населения на наличие постороннего навязчивого запаха.

Вместе с тем анализ связи запаха с изменением состояния человека оказался чрезвычайно сложным для учёных, начавших работу в этом направлении. В частности, оказалось, что многочисленные внешние факторы (например, интенсивность запаха и его гедонический тон) и внутренние факторы (например, эмоциональная ассоциация, ожидания) существенно влияют на вызванные запахом изменения настроения, что затрудняет сравнение результатов разных исследований. При обобщении данных более 50 исследований связи между гедоническим тоном запаха и изменением настроения экспонированных людей выяснилось, что неприятные запахи чаще вызывают снижение настроения, а приятные — больше положительных эмоций [27]. В то же время такие неприятные запахи, как запах изовалериановой кислоты и скатола, не оказали существенного влияния на настроение человека [31]. Однако, по мнению авторов обзора [27], из-за различий экспериментальных методологий, используемых запахов и индивидуальных установок испытуемых более точные выводы сделать не удастся. Именно поэтому в собственных исследованиях мы использовали иной подход, в рамках которого сравнение реакций человека в ответ на экспозицию к запаху проводится в условиях изменения уровней запаха от осязаемого к максимально возможному, что даёт единую шкалу измерений, позволяющую проводить адекватные сравнения.

Настоящая публикация продолжает цикл выполненных по единому плану собственных исследований, целью которых является изучение связи между наличием запаха разных концентраций и гедонического тона, эмоциональным состоянием человека, воспринимающего этот запах, и изменением его основных психофизиологических показателей. Отличием дизайна наших исследований от проведённых ранее [27, 32, 33] является учёт эмоционального состояния человека, на фоне которого происходит восприятие запаха и изменение комплекса показателей САН, а также поиск корреляционных связей между показателями фонового эмоционального состояния человека на момент исследования и особенностями восприятия запаха.

В своей первой работе мы изучали влияние образцов запаха предприятия по производству жевательной резинки (приятный запах) [13]; в данном исследовании анализировали влияние модельной смеси меркаптанов (неприятный запах). При этом группы исследователей, принимавшие участие в анализе обоих запахов, мало отличались по половозрастному составу.

Самым важным результатом этих двух работ мы считаем то, что — неожиданно для нас — проявилось качественное сходство в восприятии постороннего запаха вне зависимости от его гедонического тона. Так, наличие осязаемых концентраций и приятного, и неприятного запаха приводило к повышению активности и улучшению настроения исследователей. В то же время восприятие максимально достижимых концентраций запахов в большинстве случаев было ассоциировано со снижением активности и ухудшением настроения, а также — у некоторых экспертов вне зависимости от возраста

та — с ухудшением самочувствия. То есть лимитирующим фактором в наших исследованиях оказался не гедонический тон запаха, а его концентрация.

Ещё одним аспектом восприятия запаха, имеющим принципиальное значение как в эксперименте, так и в реальной жизни, является его связь с фоновыми характеристиками эмоционального состояния, включая качество жизни исследователей. Это новое направление изучения запаха, которое можно корректно использовать именно в условиях эксперимента. В то же время в литературе, как правило, реализован принципиально иной подход — целью исследования является анализ изменений состояния здоровья, настроения и/или физического состояния населения, экспонированного к запаху. Такая постановка проблемы не позволяет учесть базовые характеристики эмоциональной сферы экспонированного населения и, что может быть даже более важно, их изменение во времени, потому что эти люди часто, периодически, а иногда и постоянно (как в случае близко расположенного предприятия-источника) живут в условиях присутствия постороннего запаха.

Заключение

Несмотря на то что полученные результаты не позволяют однозначно заключить, какая именно сила запаха (концентрация пахучих веществ) является неприемлемой величиной для всех исследователей, проведение подобных исследований необходимо для изучения влияния запаха на состояние систем адаптации организма, на старте которых находится данный цикл работ. Такие исследования представляются актуальными, поскольку как приятные (например, хлебопекарное и кондитерское производства, парфюмерная фабрика и пр.), так и неприятные или раздражающие посторонние запахи, присутствующие в воздухе, могут способствовать снижению фона настроения или вызывать «экологическое беспокойство» и «экологический стресс» (восприятие запаха как фактора риска для здоровья). Уже одно это может индуцировать развитие заболеваний нейро-иммунно-эндокринной системы, триггером которых является хронически повышенное эмоциональное напряжение [2]. То есть жалобы населения на наличие любых запахов, распространяемых тем или иным предприятием, всегда заслуживают внимательного отношения и быстрого реагирования санитарных служб. Причём безопасность воздействия запаха следует оценивать не по результатам сравнения обнаруженных концентраций пахучих веществ со значениями их норматива, поскольку запах, как правило, создаётся многими соединениями, которые могут или не иметь норматива, или содержаться в чрезвычайно незначительных концентрациях, а по влиянию запаха как единого целого на население.

Результаты проведённых исследований согласуются с принципом, выдвинутым основоположником гигиенического нормирования в нашей стране В.А. Рязановым, о недопустимости наличия в атмосферном воздухе «навязчивого» запаха: «...любой раздражитель (приятный, неприятный или безразличный) становится неприятным, непереносимым, а иногда и патогенным, если он приобретает навязчивый, насильственный характер» [34].

Литература

(п.п. 1–12, 14–16, 18, 19, 22, 23, 26, 27 см. References)

- Ингель Ф.И., Бударина О.В., Ахальцева Л.В., Юдин С.М. Анализ влияния запаха выбросов предприятий на самочувствие, активность и настроение человека. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2018; (10): 64–8.
- Киселёв Ю.Я. *Психическая готовность спортсмена: пути и средства достижения: учебное пособие*. М.: Советский спорт; 2009.
- Барканова О.В. Методики диагностики эмоциональной сферы: психологический практикум. В кн.: *Библиотека актуальной психологии. Выпуск 2*. Красноярск: Литера-принт; 2009.
- Хельсинкская декларация ВМА с изменениями и дополнениями, внесенными с 1964 по 2008 г. «Этические проблемы принципы проведения медицинских исследований с участием людей в качестве субъектов». Принята на 18-й Генеральной ассамблее Всемирной медицинской ассоциации. Хельсинки; 1964. <https://www.psychepravo.ru/law/int/helsinki-skaya-deklaraciya.htm>
- Шифман Х. *Ощущение и восприятие*. Пер. с англ. СПб.: Питер; 2003.
- Майоров В.А. *Запахи: их восприятие, воздействие, устранение*. М.: Мир; 2006.
- Моносова А.Ж., Хомская Е.Д. Изучение эмоциональной сферы методом оценки запахов. *Вопросы психологии*. 1993; (2): 100–6.
- Рубинштейн С.Л. *Основы общей психологии*. М.; 1946.
- Рязанов В.А. *Санитарная охрана атмосферного воздуха*. М.; 1954.

References

- 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>
- Odours and Human Health. Executive Summary P.I-V. Environmental Public Health Science Unit, Health Protection Branch, Public Health and Compliance Division, Alberta Health. Edmonton, Alberta; 2017. Available at: <https://open.alberta.ca/publications/9781460131534>
- 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>
- 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: 610–5.
- Thu K., Donham K., Ziegenhorn R., Reynolds S., Thorne P.S. 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. <https://doi.org/10.13031/2013.17747>
- Sayorwan W., Siripornpanich V., Piriapornpun T., Hongratanaworakit T., Kotchabhakdi N., Ruangrunsi N. The effects of lavender oil inhalation on emotional states, autonomic nervous system, and brain electrical activity. *J. Med. Assoc. Thai.* 2012; 95(4): 598–606.
- Villemure C., Laferrrière A.C., Bushnell M.C. The ventral striatum is implicated in the analgesic effect of mood changes. *Pain Res. Manag.* 2012; 17(2): 69–74. <https://doi.org/10.1155/2012/371362>
- Reske M., Kellermann T., Shah N.J., Schneider F., Habel U. Impact of valence and age on olfactory induced brain activation in healthy women. *Behav. Neurosci.* 2010; 124(3): 414–22. <https://doi.org/10.1037/a0019289>
- Seubert J., Rea A.F., Loughhead J., Habel U. Mood induction with olfactory stimuli reveals differential affective responses in males and females. *Chem. Senses.* 2009; 34(1): 77–84. <https://doi.org/10.1093/chemse/bjn054>
- Schiffman S.S., Studwell C.E., Landerman L.R., Berman K., Sundry J.S. Symptomatic effects of exposure to diluted air sampled from a swine confinement atmosphere on healthy human subjects. *Environ. Health Perspect.* 2005; 113(5): 567–76. <https://doi.org/10.1289/ehp.6814>
- Moshammer H., Oettl D., Mandl M., Kropsch M., Weitensfelder L. Comparing annoyance potency assessments for odors from different livestock animals. *Atmosphere.* 2019; 10(11): 659. <https://doi.org/10.3390/atmos10110659>
- Li J., Zou K., Li W., Wang G., Yang W. Olfactory characterization of typical odorous pollutants. Part I: relationship between the hedonic tone and odor concentration. *Atmosphere.* 2019; 10(9): 524. <https://doi.org/10.3390/atmos10090524>
- Ingel' F.I., Budarina O.V., Akhal'tseva L.V., Yudin S.M. Impact of odour emissions on human overall health, activity and mood. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy.* 2018; (10): 64–8. (in Russian)
- Holmes T.H., Rahe R.H. The social readjustment rating scale. *J. Psychosom. Res.* 1967; 11(2): 213–8. [https://doi.org/10.1016/0022-3999\(67\)90010-4](https://doi.org/10.1016/0022-3999(67)90010-4)
- Taylor J.A. A personality scale of manifest anxiety. *J. Abnorm. Soc. Psych.* 1953; 48(2): 285–90. <https://doi.org/10.1037/h0056264>
- Schuitemaker G.E., Dinant G.J., Van Der Pol G.A., Verhelst A.F., Appels A. Vital exhaustion as a risk indicator for first stroke. *Psychosomatics.* 2004; 45(2): 114–8. <https://doi.org/10.1176/appi.psy.45.2.114>
- Kiselev Yu.Ya. *Mental Readiness of the Athlete: Ways and Means of Achievement [Psikhicheskaya gotovnost' sportsmena: puti i sredstva dostizheniya]*. Moscow: Sovetskiy sport; 2009. (in Russian)
- Perrudet-Badoux A., Mendelsohn G., Chiche J. Developpement et validation dune echelle pour l'evaluation subjective du "Bientre". *Cak. Antkropol. Biomet. Hum.* 1988; (5): 121–34.
- WHO. The WHOQOL Group. What Quality of Life? *World Health Forum.* 1996; 17(4): 354–6.
- Barkanova O.V. Techniques for diagnosing the emotional sphere: a psychological workshop. In: *Library of Actual Psychology. Volume 2 [Biblioteka aktual'noy psikhologii. Vypusk 2]*. Krasnoyarsk: Litera-print; 2009. (in Russian)
- WMA Declaration of Helsinki – Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. Available at: <http://www.wma.net/en/30publications/10policies/b3/>
- Quality of Life Assessment. The WHOQOL Group; 1994.
- Smith C.G. Age incidence of atrophy of olfactory nerves in man. *J. Comp. Neurol.* 1942; 77(3): 589–96.
- Schiffman H.R. *Sensation and Perception. An Integrated Approach.* 5th ed. New York: John Wiley & Sons, Inc.; 2001.
- Mayorov V.A. *Odors: Their Perception, Impact, Elimination [Zapakhi: ikh vospriyatie, vozdeystvie, ustraneniye]*. Moscow: Mir; 2006. (in Russian)
- Gilbert A.N., Wysocki C.J. The smell survey results. *Nat. Geogr.* 1987; 122: 514–25.
- Odours and Human Health. Experimental Studies - Physiological Responses, Mood, and Task Performance. P. 51–71. Environmental Public Health Science Unit, Health Protection Branch, Public Health and Compliance Division, Alberta Health. Edmonton, Alberta; 2017. Available at: <https://open.alberta.ca/publications/9781460131534>
- Monosova A.Zh., Khomskaya E.D. The study of the emotional sphere odor assessment method. *Voprosy psikhologii.* 1993; (2): 100–6. (in Russian)
- Doty R.L., Shaman P., Dann M. Development of the University of Pennsylvania Smell Identification Test: a standardized microencapsulated test of olfactory function. *Physiol. Behav.* 1984; 32(3): 489–502. [https://doi.org/10.1016/0031-9384\(84\)90269-5](https://doi.org/10.1016/0031-9384(84)90269-5)
- Rubinshteyn S.L. *Fundamentals of General Psychology [Osnovy obshchey psikhologii]*. Moscow; 1946. (in Russian)
- Knasko S.C. Performance, mood, and health during exposure to intermittent odors. *Arch. Environ. Health.* 1993; 48(5): 305–8. <https://doi.org/10.1080/00039896.1993.9936718>
- Bond A., Lader M. The use of analogue scales in rating subjective feelings. *Br. J. Med. Psychol.* 1974; 47(3): 211–8.
- Moss L., Rouse M., Wesnes K.A., Moss M. Differential effects of the aromas of Salvia species on memory and mood. *Hum. Psychopharmacol.* 2010; 25(5): 388–96. <https://doi.org/10.1002/hup.1129>
- Ryazanov V.A. *Sanitary Protection of Atmospheric Air [Sanitarnaya okhrana atmosfernogo vozdukh]*. Moscow; 1954. (in Russian)