



OZBEKISTON RESPUBLIKASI
KRIMINOLOGIYA TADQIQOT INSTITUTI



KRIMINOLOGIK FAOLLYAT

ILMIY-AMALIY JURNAL

№3 - 2025 (4) ISSN: 3060-5024

OZKITI

KRIMINOLOGIK
FAOLLYAT

№3 / 2025 (4)
ISSN: 3060-5024

MUASSIS: OZBEKISTON RESPUBLIKASI KRIMINOLOGIYA TADQIQOT INSTITUTI

MUNDARIJA

Tahrir hay'ati raisi
Bardaliev Vaxtor Erkinovich
O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasini mas'ul xodim, tahrir hay'ati raisi o'limbosan doktori (PhD)

Tahrir hay'ati a'zolari

Niyozmetov Ikrom Nasrullayevich
O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasini mas'ul xodim, tahrir hay'ati raisi o'limbosan Sharaftudinov Aliqabr Ozodovich
O'zbekiston Respublikasida xizmat ko'rsatgan yurist, dotsent

Jalilov Vaxtor Odilovich
O'zbekiston Respublikasida xizmat ko'rsatgan yurist

Ismailov Ismailiddin

Yuridik fanlar doktori, professor
Ziyodullayev Muzaffar Ziyodullayevich

Yuridik fanlar doktori, professor

O'qituvchi
Ojabonov Abrorjon Amratovich

Yuridik fanlar doktori, professor

Rajabov Vaxtor Almatxanovich

Yuridik fanlar doktori, professor

Xudjakulov Siyovush Vaxtorovich

Yuridik fanlar doktori, professor

Safarov Djalongir Ismoilovich

Yuridik fanlar doktori, dotsent

Gan'iyev Sherzod Alishevovich

Yuridik fanlar doktori, dotsent

Olimov Yaratsh Yo'ldoshevich

Yuridik fanlar bo'yicha falsafa doktori, dotsent

Azim Shuhrat Obid o'g'li

Yuridik fanlar bo'yicha falsafa doktori

Bazatov Fatih Abdugaliyevich

Yuridik fanlar bo'yicha falsafa doktori

Mirzayev Jahongir Umzakovich

Yuridik fanlar bo'yicha falsafa doktori

Sifriyev Vaxtor Nazarovich

Psixologiya fanlari bo'yicha falsafa doktori, professor

Yemazarov Solijon Yerkhovich

Iqtisod fanlari bo'yicha falsafa doktori

Yatov Beknami Alikulovich

Psixologiya fanlari bo'yicha falsafa doktori, dotsent

Tahririyat manzili:

100187, Toshkent shahri

Mirzo Ulug'bek tumani

Buyuk nok yo'li, kordasi 243

Tel.: +998 (71) 231-386-77

Elektron pochta: info@ozkiti.uz

Website: kit.uz

KRIMINOLOGIK NAZARIYA VA TAYINLILIK

Bardaliev V.E. Jilpoy profilaktikasi kriminologik vaziyat baharidagidagi o'rti 3

Ryubov A.S., Azim Shuhrat

Mazlumi pravovoi reglamentatsii ugroznoy otveta'tvennosti korporatsionnykh lits 9

Ishbekov U.

Govimatsionlik va fibratik jinozdatning jinoz-hududiy tavsifi va ulami tarqash mezonlari 19

Tazeldinov R.R., Xoligov Sh.A., Ikanov A.A.

The issue of social networks page cyber profiling 25

Akramov X.F.

Zamotajuy jam'iyatda o'z joniga qasd qilishning psahni asoslan va amalloy 30

Jo'rayev M.U.

Jamoiat xavfsizligi tushunchasi to'g'risida ekspert baholali 37

Isaev S.A.

Otsenka zaprazneniya voloduxa i posledstviy dlya zdorovya ot protivotachnykh kadalnykh vyvozov i perspektivy 41

Alxolopov M.A.

Zamotajuy kriminologiya jinozatsionlikning okdini olistida innovatsion yondashmalar va kriminologik prodnoz metodlari 49

KRIMINOLOGIK TADQIQOT VA AMALLOY

Tura'baev X.A.

Kiberrespektivnost i prava cheloveka: oboznenosti pravovogo regulirovaniya i ikh vzaimodeystviya 54

Nurshatmetdova G.B.

Vostanavliva vreditel'nyy sodir etiladigan komp'yuterdagi oid jinozdatlarga darsi jinoz-hududiy kitlash 60

Mirzayev J.U.

Shaxslarning davla jinozati sodir etish hoditalari va ma'lumot bo'yicha baholalar asosida ko'rilish lozim bo'lgan so'z shimlari sozra-sadafliki 70

Andrea Domokos, Alxolopov Mukhammadilg'okhan

Methodology and methodological foundations of research in modern criminology 78

© O'zbekiston Respublikasi Kriminologiya tadqiqot instituti

Jurnal 2024-yil 21-oktabrda O'zbekiston Respublikasi Adliya va ommaviy kommunikatsiyalar avarligi tomonidan C-56869684 raqamli bilan ro'yxatga olingan.

O'zbekiston Respublikasi Oliy adliyasiznya komissiyasi Raqobatning 2025-yil 12-

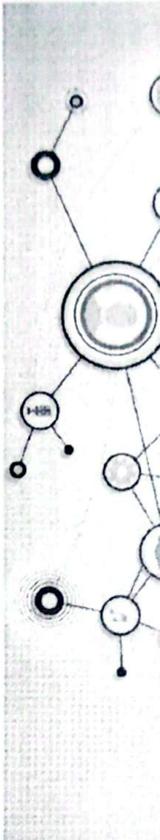
to'raqdagi 367/5-son avaroti bilan yuridik fanlar bo'yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (D.Sc.) ilmiy darajasidagi ta'biyotshunoslik dissertatsiyalari assosiy ilmiy

ra'yidagilari chop etish uchun tavsiya etilgan jurnalga ro'yxatga kiritilgan.

Scanned with CamScanner

Фойдаланилган манбалар

1. Рустамбаев М.Х. Современное применение применения современных технологий при обеспечении общественной безопасности // "Яммоат хавфсизлиги" йилу-амалиу йуллал – Toshkent, 2021. – № 1. – В. 28.
2. Нестеров С.В. Формы участия в преступлениях против общественной безопасности: Автореф. дис. ... канд. юрид. наук. – Москва, 2016.
3. Босхадимиева Н.А. Административно-правовые основы обеспечения общественной безопасности в Российской Федерации: Автореф. дис. ... д-ра юрид. наук. – Москва, 2013.
4. Макарычев И.Ю. Административно-правовое обеспечение общественной безопасности органами муниципальной власти: Автореф. дис. ... канд. юрид. наук. – Липецк, 2010. – С. 13-14.
5. Варгузова А.А. Административно-правовое регулирование деятельности органов внутренних дел в сфере обеспечения общественной безопасности в Российской Федерации: Автореф. дис. ... канд. юрид. наук. – Москва, 2005. – С. 10.
6. Агваббаев М.И. Развитие теории и практики административно-правового режима обеспечения общественной безопасности Российской Федерации: Автореф. дис. ... канд. юрид. наук. – Москва, 2004. – С. 14.
7. Хайтмухамедов Д.С. Яммоат хавфсизлиги таъминлаши ва ишлал муайяна // "Яммоат хавфсизлиги" йилу-амалиу йуллал – Toshkent, 2022. – № 1. – В. 117.
8. Волкова Л.П. Административно-правовой статус милиции общественной безопасности в свете МВД РФ: Автореф. дис. ... канд. юрид. наук. – Саратов, 2000. – С. 12.
9. Минченко П.В. Исполнение судебных за преступление против общественной безопасности в целях предупреждения специального рецидива: Автореф. дис. ... канд. юрид. наук. – Тамбов, 2009. – С. 8.
10. Радюшин Я.Н. Компетенция органов государственной власти и органов местного самоуправления в сфере обеспечения общественной безопасности: Автореф. дис. ... канд. юрид. наук. – Москва, 2006. – С. 10.
11. Кондратьев Б.П. Общественная безопасность и административно-правовые средства ее обеспечения: Автореф. дис. ... д-ра юрид. наук. – Москва, 1998. – С. 9.
12. Иштур Г.В. Криминологическая характеристика и предупреждение преступлений против общественного порядка и общественной безопасности: Автореф. дис. ... канд. юрид. наук. – Рязань, 2005. – С. 9.
13. Хаурдагов К.А. Самиронов М.А. Яммоат тартиби ва хавфсизлигида таъминлаш йаммуллан // "Яммоат хавфсизлиги" йилу-амалиу йуллал. – Toshkent, 2021. – № 2. – В. 74.
14. Rashidov R.R. Яммоат хавфсизлигида доир назару даъватлар ва уюлдаршилар таъини // "Яммоат хавфсизлиги" йилу-амалиу йуллал. – Toshkent, 2021. – № 3. – В. 47.
15. Дромонова Е.А. Общественная безопасность как объект преступления: Автореф. дис. ... канд. юрид. наук. – Москва, 2015.
16. Воронко А.М. Общественная безопасность: административные и информационно-правовые проблемы обеспечения: Автореф. дис. ... д-ра юрид. наук. – Москва, 2005. – С. 15.
17. Романова Р.А. Государственные услуги в сфере обеспечения общественной безопасности (правовые и организационные аспекты): Автореф. дис. ... канд. юрид. наук. – Москва, 2012. – С. 3.
18. Коротченко Д.А. Организация административно-правовой охраны общественного порядка и обеспечения общественной безопасности при проведении массовых мероприятий: Автореф. дис. ... канд. юрид. наук. – Хабаровск, 2006. – С. 8.
19. Хобитбердиев Ф.К., Шайхитов Т.Ю., Миллу гунагунашнинг йаммоат хавфсизлигини таъминлаш йаммуллан йулдуру, йатдага соъшланиш аутим масалалар // "Яммоат хавфсизлиги" йилу-амалиу йуллал. – Toshkent, 2022. – № 2. – В. 176.



ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА И ПОСЛЕДСТВИЙ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ОТ ПИРОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ: ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ



Исаев Сәрдор Ахмедович
 ятаъиний науриний сирпурлик Исследованиялыкисского
 институтува қуриқилқиссис

Аннотация. В статье представлены результаты исследования 145 испытуемых, посвящённых влиянию пиротехнических изделий на качество атмосферного воздуха, уровень шума и санитарное состояние населения, проживающего в физически травяных, вызванных федерацией, и шумовое загрязнение, влияющее на людей и животных. Следяны выходы о необходимости просвещения населения и развития нормативно-правовой базы с целью минимизации последствий пиротехнической активности.

Ключевые слова: федерация, пиротехника, загрязнение воздуха, тяжёлые металлы, газобразное загрязнение, шумовое загрязнение, здоровье человека, дышащие заболелания, канцерогены, экологическая безопасность, альтернативы федерациям, лазерные шоу, контроль выбросов, пиротехническая трамва.

ПИРОТЕХНИКА МАНСУЛТАРИДАН КЕЛВУ ШИҚАДИГАН НАВО ҲОСЛАНИШИ ВА СОҒЛИҚ УСНИН ОҚВАТЛАРИНИНГ ВАҲОЛАНИШИ: МУАМОЛА ВА ИСТАВОЛА

Аннотация. Ушбу мақолада пиротехника қосилганинг атмосфера навои сифати, шовқин дағалати ва адиқилинг салилауа ҳолатида та сир бо ушқа 145 та йадқидилинг медал-таһил надиалан йадқил ёлдиған. Ҳеуел-веткалар сабабйи уздада келқан йисонли йадқиллар ва йисонлар нажда навоқилларда та сир қилушчи шовқин йосиларини таһил қилдиған. Пиротехника фаюлуяйинг оқвадларини минималлаштириш мақсадида адиқилинг хавфдорлигини оштиниш ва поштаву-йилдуру вазани йулқиларини зағилли нажда хилса шидқанған.

Калит сөзлар: феуелветки, пиротехника, наво йосиларини, оғил медаллар, газ ҳолатидағы йосиларини таһил қилушчи шовқин йосиларини, йисон салиматлиги, наво ошл қазилқилар, кампютерленлар, ёкюборлик хавфсизлик, феуелветкаларга алетмативлар, йазга шовқин, шидқиларини назарат қилш, пиротехника йаршақилар.

ASSESSMENT OF AIR POLLUTION AND HEALTH IMPACTS FROM PYROTECHNIC DEVICES: CHALLENGES AND PERSPECTIVES

Abstract. This article presents the results of a meta-analysis of 145 studies dedicated to the impact of pyrotechnic devices on atmospheric air quality, noise levels, and public health conditions. It analyzes the health impacts caused by fireworks and noise pollution affecting humans and animals. Conclusions are drawn regarding the necessity of public awareness and the development of regulatory frameworks to minimize the consequences of pyrotechnic activities.

Keywords: fireworks, pyrotechnics, air pollution, human health, respiratory diseases, carcinogens, environmental safety, fireworks alternatives, laser shows, emission control, pyrotechnic impacts.

Различные мероприятия во многих культурах традиционно сопровождаются использованием пиротехнических изделий – фейерверков, римских свечей, петард и бенгальских огней [1]. Эти элементы являются неотъемлемой частью торжеств, включая свадьбы, дни рождения, государственные и муниципальные праздники, массовые культурные и спортивные события. Несмотря на повсеместную популярность и визуальную привлекательность фейерверков, их экологические

последствия остаются недооценёнными широкой общественностью. Между тем, пиротехника представляет собой значительный источник загрязнения атмосферного воздуха.

В частности, механические (аэрозольные) частицы, образующиеся в результате сгорания фейерверков, способствуют кратковременному, но интенсивному увеличению концентрации взвешенных веществ в воздухе. Группа исследователей из США и КНР провела метанализ 145 научных публикаций, соответствующих строгим критериям отбора, с целью количественной оценки уровня загрязнения воздуха, обусловленного пиротехнической активностью [2]. Анализ охватывал работы, выполненные преимущественно в Азии (более 70% выборок), а также в Европе и Северной Америке. Основное внимание уделялось концентрациям взвешенных частиц различной размерной фракции, их морфологии и химическому составу.

Согласно данным, полученным в ходе исследований, проведённых в Китае, Индии и Германии, при проведении массовых мероприятий наблюдались резкие скачки концентрации суммарных взвешенных частиц (TSP) – до 39 800 мкг/м³ в течение 50 минут (с 23:40 до 00:30) в новогоднюю ночь. В среднем уровни TSP варьировались в пределах от 330,5 до 670,8 мкг/м³ в Китае и Индии, что в 1,05–2,84 раза превышает фоновые значения.

Фракционный анализ показал, наибольшее средние концентрации частиц PM10 достигали 2237,3 мкг/м³ во время праздника Дивали в Саллики (Индия) [3], что почти в 110 раз превышает минимальный зарегистрированный фоновый уровень – 20,5 мкг/м³ на Мальте [4]. В качестве справочного значения: фоновая концентрация PM10 в Нью-Дели обычно составляет 122,1–167,8 мкг/м³. Во время фестивалей средний уровень PM10 достигал 469,3 мкг/м³ в Китае и 479,8 мкг/м³ в

Индии, что более чем в 4 раза превышает установленный в Индии предел допустимой концентрации (100 мкг/м³) [5]. В странах ЕС, таких как Испания и Италия, зарегистрированы более низкие показатели: средняя концентрация PM10 составляет 71,5 мкг/м³, что в 1,4 раза превышает установленный в Евросоюзе норматив (50 мкг/м³).

Фракции мелкодисперсных частиц PM2.5 представляют наибольшую опасность для здоровья человека, поскольку отличаются высокой проникающей способностью. Эти частицы способны длительно время оставаться во взвешенном состоянии в атмосфере и достигать альвеол лёгких, вызывая воспалительные процессы и повреждение дыхательной системы. В связи с этим особенно важно отслеживать концентрации PM2.5, образующихся при использовании пиротехнических изделий.

Во время проведения международного фестиваля фейерверков в Канаде максимальное зарегистрированное среднее значение PM2.5 составило 6378,6 мкг/м³, что в 212 раз превышает предельно допустимую концентрацию, установленную в стране – (30 мкг/м³) [6]. Такое значительное загрязнение воздуха возникло вследствие сгорания девяти фейерверков продолжительностью 40 минут каждый, распылителей на один месяц [7]. В различных странах, включая Китай, Индию, Канаду, США, Испанию и Германию, средние значения PM2.5 колебались в диапазоне от 61 до 6378,6 мкг/м³ и превышали фоновый уровень в четыре раза.

Дополнительные измерения в Нагпуре (Индия) показали, что концентрация ультрадисперсных частиц диаметром 0,25–1,0 мкм во время фейерверков достигала в среднем 4,4 миллиона частиц на литр, а максимальное значение превысило 8,9 миллиона частиц/л. Это в 3–5 раз выше фонового уровня, что подтверждает преобладание частиц с диаметром менее 1 мкм.

Во время массовых мероприятий, таких как футбольные матчи, наблюдается резкий рост концентрации наночастиц в атмосфере, по причине использования сигнальных огней (фейервер) [8]. В частности, после начала горения численная концентрация наночастиц увеличивалась в 12 раз, при этом доминировали частицы размером около 155 нм. Расчёты показали, что средняя кумулятивная доза вдыхаемых частиц никротамин и эригерини составляла примерно 7×10⁶ частиц на килограмм массы тела – на 300% выше фоновой дозы.

Химический анализ состава аэрозольных частиц, образующихся при сгорании пиротехники, выявил наличие как макроэлементов (калий, сера, кальций, медь), так и токсичных соединений, таких как барий. Присутствие калия и серы связано с использованием чёрного пороха, в то время как медь, как правило, накапливается в частицах размером 250–500 нм и может оказывать вредное воздействие на организм.

Морфологический анализ показал, что частицы до и после горения имеют как правильную, так и неправильную сферическую форму. Образование сферических частиц летучей золы при высоких температурах подтверждает высокотемпературную природу процессов, происходящих при сгорании фейерверков. Присутствие в атмосфере элементов, таких как алюминий, железо, калий и стронций в период массовых запусков, указывает на их пиротехническое происхождение.

Суммарный анализ 60 из 145 исследованных публикаций продемонстрировал, что средняя концентрация твёрдых частиц в воздухе во время пиротехнических мероприятий превышает фоновый уровень в 5 раз.

Что касается химических загрязнителей, основными источниками выбросов служат чёрный порох, в состав которого входят востановители (древесный уголь, сера) и окислители (чаще всего нитрат калия, реже –

перхлорат калия). Для получения различных цветовых эффектов в состав фейерверков также добавляются металлы: алюминий, железо, сурьму и другие неорганические соединения. При сгорании этих компонентов выделяются газы (углекислый газ, оксиды азота и серы), а также твёрдые частицы, включая оксиды металлов.

Многие из этих загрязняющих веществ растворимы в воде и оседают вместе с атмосферными осадками, вступаю в взаимодействие с природными экосистемами и потенциально влияя на гидрологический цикл.

В частности, было идентифицировано 13 видов водорастворимых ионов, среди которых 5 катионов (Na⁺, Mg²⁺, K⁺, Ca²⁺, NH₄⁺) и 8 анионов (F⁻, Cl⁻, ClO₄⁻, NO₂⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻, SO₃²⁻, CO₃²⁻). Некоторые из них, включая нитрит, сульфит и карбонат, встречаются реже, но также потенциально опасны при накоплении.

Во время массовых праздников и фестивалей фиксируется резкий рост концентрации ряда неорганических и органических соединений в атмосфере, особенно сульфатов (SO₄²⁻) и ионов калия (K⁺). Их уровни достигают 23 мкг/м³ и 13 мкг/м³ соответственно, что превышает повседневные значения в 38,3 и 2,7 раза. Это объясняется тем, что сера и калий входят в состав чёрного пороха, широко применяемого в пиротехнических изделиях. При сгорании сера образует диоксид серы (SO₂), который может быстро окисляться в сульфаты – как фотохимически, так и при участии металлических катализаторов. Калий, в свою очередь, поступает из калийной селитры или перхлората калия.

Анализ распределения концентраций водорастворимых ионов показал следующую иерархию: CO₃²⁻ > NO₃⁻ > Cl⁻ > NH₄⁺ > Ca²⁺ > Mg²⁺ > Na⁺ > NO₂⁻ > SO₄²⁻ > F⁻. Это указывает на преобладание вторичных компонентов аэрозоля – карбонатов, нитратов и аммония – в дни с активными

использованием фейерверков. Средние концентрации этих ионов во время пиротехнических мероприятий составляли 15 мкг/м³ (CO₂⁺), 14 мкг/м³ (NO₂⁺) и 8,7 мкг/м³ (NH₄⁺), а их отношение к фоновым уровням достигало 30,3, 2,2 и 4 соответственно. Также показатели использования в качестве индикаторов наличия пиротехнической активности в атмосфере.

Для создания зрелищных визуальных эффектов в состав фейерверков целенаправленно добавляются определенные металлы. Так, стронций (Sr) используется для красного цвета, барий (Ba) – для желто-зеленого, сурьма (Sb) и свинец (Pb) – для светло-зеленого, натрий (Na) – для желтого, калий (K) – для фиолетового, медь (Cu) – для синего. Кроме того, хлориды и сульфаты кальция (Ca) усиливают оранжевый цвет пламени, а цинк (Zn) применяется для образования дыма. Марганец (Mn) используется как топливо для увеличения яркости, хром (Cr) – как катализатор для ускорения горения, магний (Mg) и алюминий (Al) – для образования искр и повышения температуры горения.

В результате анализа частиц, выбрасываемых в атмосферу при сторании пиротехники, было выявлено присутствие 47 различных химических элементов. Наиболее часто встречающиеся включают: K, S, Ca, Al, Si, Mg, Na, Fe, Ba, Zn, Pb, Cu, Ti, Sr, Mn, Cr, As и Cd. Из них калий и сера показали наиболее высокие средние концентрации – 9637,3 и 9681,9 нг/м³ соответственно, что связано с их активным применением в составе пороха и окислителей.

Значительное присутствие кремния (Si), алюминия (Al) и кальция (Ca) также объясняется добавлением порошков этих веществ для повышения температуры горения и насыщения цвета. Их средние концентрации составили 4678,5, 2488,7 и 2481,9 нг/м³ соответственно. Среди цветобразующих элементов средние уровни меди (Cu), цинка

(Zn) и железа (Fe) составили 103, 511,3 и 1263,7 нг/м³. Каждый (Cd) и мышьяк (As), несмотря на более низкие концентрации (179,3 и 21,5 нг/м³), представляют опасность из-за своей токсичности. Эти элементы, как правило, не добавляются напрямую, а попадают в состав как примеси при обработке других металлов, таких как свинец и цинк.

Для сравнения, фоновый уровень содержания тяжелых и потенциально канцерогенных элементов, таких как свинец (Pb), барий (Ba) и мышьяк (As), колебался в пределах: Pb – около 192 нг/м³, Ba – от 1 до 70 нг/м³, As – от 7 до 29 нг/м³. Многие из этих тяжелых металлов обладают нейротоксичными и канцерогенными свойствами.

Важно учитывать, что фейерверки – не единственный источник данных загрязнителей. Значительный вклад в атмосферные концентрации этих элементов вносят также выбросы от сжигания биомассы и ископаемого топлива, мусора, а также автомобильный транспорт.

Помимо неорганических соединений, при сторании фейерверков в атмосферу попадают органические загрязнители, включая частицы органического и элементарного углерода, а также полициклические ароматические углеводороды (ПАУ). В 19 на 145 рассмотренных исследованных сообщается об их повышенных концентрациях во время пиротехнических шоу. По данным 12 исследований, содержание органического углерода значительно возрастает из-за использования древесного угля в составе черного пороха и горения внешней оболочки фейерверков. Средние значения органического углерода варьировались от 5,1 до 80,4 мкг/м³, что в 1,5–6,3 раза выше фоновых уровней. Разнообразные материалы, применяемые в конструкции фейерверков – цветная бумага, шерсть, волокна – также вносят вклад в общий уровень органических частиц.

Элементарный углерод, хотя и составляет небольшую долю общей массы аэрозолей, оказывает значительное влияние на оптические свойства атмосферы – он снижает прозрачность воздуха примерно на 12%. Средняя концентрация элементарного углерода при запуске фейерверков достигала 9,6 мкг/м³, что в 1,1–1,5 раз превышает нормальный уровень. Отношение органического к элементарному углероду в воздухе достигает своего максимума во время фестивалей (от 1,3 до 7,9), и этот показатель рассматривается как дополнительный индикатор пиротехнической активности при мониторинге состояния атмосферы.

Дополнительно к твердым и газообразным загрязнителям, внимание исследователей было направлено на органические соединения, в особенности канцерогенные ПАУ как нафталин, аценафтен, фенантрен, антрацен, бензопирен и др. Анализ показал, что их средние концентрации близки к фоновым значениям, что также подтверждается последними исследованиями. Это позволяет предположить, что ПАУ в основном не образуются в результате прямого сторания пиротехнических изделий.

Однако в ряде случаев фиксировались значительно повышенные уровни других органических загрязнителей – гексахлорбензола, пентахлорфенола и диоксинов. Во время фестивалей их концентрации превышали фоновые показатели в 10 раз, что напрямую связывают с воздействием пиротехники.

Газообразные загрязнители, присутствующие в атмосфере в ходе пиротехнических мероприятий, также оказывают влияние как на состав воздуха, так и на климат. Участвуя в передаче солнечного и теплого излучения, Кислоту таких примесей относятся озон (O₃), диоксид азота (NO_x), угарный газ (CO), диоксид серы (SO₂), метан (CH₄) и другие. Они влияют как на здоровье человека, так и на химическую стабильность атмосферы.

Порядок убывания концентраций газов в дни фестивалей таков: CO > SO₂ > NO > NO₂ > O₃. Концентрация угарного газа (CO) вырастает примерно в пять раз – с фонового уровня 264 мкг/м³ до 1298,9 мкг/м³. Это вещество образуется в процессе неполного сгорания углеродсодержащих веществ. Среднее значение SO₂ достигает 217,6 мкг/м³ – в 9,2 раза выше обычного уровня (23,7 мкг/м³). В одном из китайских городов зафиксирована максимальная концентрация SO₂ – 3470 мкг/м³, что превышает норму почти в 44 раза.

Оксиды азота также увеличиваются в атмосфере во время запуска фейерверков. Так, средняя концентрация NO составила 99,9 мкг/м³, а NO₂ – 46,2 мкг/м³, что примерно в 1,3 раза выше фонового уровня (34,6 мкг/м³). Озон (O₃), в отличие от других газов, демонстрировал слабую реакцию: значительный рост наблюдается только в одном исследовании, где его концентрация выросла в 1,4 раза по сравнению с фоном (30 мкг/м³).

Звуковое сопровождение фейерверков – важная часть зрелищности, однако оно также является источником интенсивного шумового загрязнения, способного нанести вред здоровью [9]. Семь из 145 проанализированных работ были посвящены оценке уровня шума в период проведения праздников. Большинство измерений проводились в коммерческих районах. Средний уровень шума составлял 90 дБ, что на 12 дБ выше фонового уровня (78 дБ). При этом в дневное время уровень достигал 92 дБ, а ночью снижался до 78 дБ.

Во многих случаях значения превышали допустимые пределы, установленные национальными стандартами. Например, в Китае предельно допустимый уровень – 60 дБ днём и 78 дБ ночью; в Индии – 65 дБ и 55 дБ соответственно; в Исландии – всего 30 дБ. В жилых зонах во время праздника Диwali уровень окружающего шума достигал в среднем 97 дБ (с колебаниями от 89 до 105 дБ).

тогда как в обычные дни он составлял около 86 дБ (72–98 дБ). Таким образом, уровень шума в период фестивалей в Индии оказался в 1,7 раза выше предельной нормы для жилых районов (50 дБ).

Последствия постоянного воздействия шума от фейерверков могут быть весьма серьёзными: от быстрой утомляемости и бессонницы до повышения тревожности, депрессии и даже риска сердечно-сосудистых заболеваний. Зарегистрировано увеличение уровня холестерина и повышение риска инфаркта. Однако наиболее тяжёлым последствием является стойкая потеря слуха.

Не остаются в стороне и животные. Например, в ночь на 1 января 2021 года в Риме сотни птиц были найдены мёртвыми возле двух центральных вокзалов. Свидетели сообщали, что тротуары и улицы были буквально усыпаны телами птиц. По мнению экспертов, причиной их гибели стали сильный стресс и, вероятно, сердечные приступы, вызванные взрывами фейерверков и петард.

Воздействие фейерверков на здоровье можно условно разделить на два основных аспекта: физические травмы и вред от химических загрязнителей. Взрывы пиротехники часто становятся причиной ожогов и травм глаз, кожи и рук. Особенно высок риск повреждения глаз: спектр варьируется от легких раздражений до полной утраты зрения или даже самого глаза.

Так, в Дании зарегистрировано в среднем 0,012 случая глазных травм на каждую тонну фейерверков. В Швеции у 38% пострадавших последствия оказались необратимыми. Подобные инциденты в новогодние праздники были зафиксированы в Норвегии, США, Великобритании, Франции, Австрии, Новой Зеландии, Китае, Индии, Иране и других странах. Примечательно, что более 80% пострадавших – мужчины, и около 70% из них – моложе 18 лет [10].

Искры и раскалённые частицы от фейерверков могут воспламенить одежду или легковоспламеняющиеся материалы, вызывая ожоги. Помимо этого, пиротехника выбрасывает в атмосферу большое количество твёрдых и газообразных загрязнителей, включая тяжёлые металлы, что негативно влияет на органы дыхания, сердечно-сосудистую систему и может повышать риск онкологических заболеваний.

Краткосрочные последствия вдыхания пиротехнического дыма могут проявляться в виде кашля, затруднённого дыхания, повышения температуры, а в тяжёлых случаях – острой эозинофильной пневмонии.

Вещества, выделяющиеся при горении фейерверков, такие как:

Pm10 – усугубляют течение бронхиальной астмы и ХОБЛ;

SO₂ – проникает в нижние отделы лёгких, вызывая отдалённые последствия;

NO₂ – способен вызвать биохимические нарушения и хронические повреждения дыхательной системы;

O₃ и CO – увеличивают риск бронхиальной астмы, одышки и воспаления;

Пары хлора – раздражают слизистые и могут спровоцировать острый респираторный дистресс-синдром.

Исследования показали, что канцерогенный потенциал дыма от свистящих бенгальских огней превышает таковой у менее дымных вариантов – тлавным образом за счёт содержания тяжёлых металлов. В частности, Cd, Pb, Cr и Ni представляют опасность для людей с астмой и ассоциируются с риском развития рака лёгких.

Тяжёлые металлы и полициклические ароматические углеводороды в составе PM2.5 проникают в организм через дыхательные пути и кожу, повышая как канцерогенные, так и неканцерогенные риски. Риск от воздействия неканцерогенных металлов оценивается в следующем порядке:

Pb > Zn > Sr > Cu > Mn > Ba > As > Cr.

Канцерогенный риск для Cr превышает допустимую норму (>10⁻⁴), что указывает на серьёзную угрозу. В то же время риск от As ниже и составляет 9,16×10⁻⁷, что считается допустимым уровнем. Таким образом, Cr признан наиболее канцерогенным компонентом фейерверков.

Хотя прямые травмы от фейерверков представляют значительную опасность, наибольшую угрозу для здоровья несут микрочастицы и газы, выделяющиеся при сгорании пиротехники.

Для снижения рисков требуется проведение масштабных эпидемиологических исследований, направленных на изучение воздействия пиротехнических загрязнителей на организм человека. Производителям необходимо внедрять экологически безопасные технологии, сокращающие выбросы.

Важно разрабатывать и применять модели прогнозирования пространственно-временного распределения загрязнителей, которые помогут точнее оценивать последствия и совершенствовать нормы регулирования использования фейерверков.

Несмотря на краткосрочный характер праздников, их влияние на окружающую среду и здоровье человека оказывается значительным. По этой причине:

Нужен строгий контроль над производством и продажей пиротехники, с поэтапным отказом от наиболее вредных образцов.

Необходимо регламентировать места и время запуска фейерверков, ограничивая их применение в густонаселённых и чувствительных районах.

Требуется экологическая модернизация конструкции фейерверков, чтобы уменьшить количество выбросов и снизить уровень шума. Не менее важной задачей остаётся просвещение населения – люди должны осознавать риски не только для собственного здоровья, но и для окружающей среды. Это особенно актуально на фоне изменений климата, ставших одной из главных угроз современности.

Возможные альтернативы. Фейерверки – давняя культурная традиция, особенно в новогодние и праздничные дни, и отказаться от них непросто. Однако всё больше людей готовы рассматривать экологичные альтернативы, такие как:

световые и лазерные шоу;

голографические проекции;

централизованное городские фейерверки вместо частых запусков.

В опросе, проведённом среди 187 жителей Германии, около 50% респондентов отдали предпочтение лазерным и световым шоу как замене фейерверкам. Среди любителей пиротехники эта доля снизилась до 35%, при этом 36% заявили, что не готовы отказаться от фейерверков ни при каких обстоятельствах. Ещё 10% назвали хорошей альтернативой шоу, организованное муниципалитетом.

