

**КОМИТЕТ ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ  
МВД РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**КОКШЕТАУСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

**№ 1 (33), 2019**

**ВЕСТНИК  
КОКШЕТАУСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА  
КОМИТЕТА ПО ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ  
МВД РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**КОКШЕТАУ 2019**

УДК 614.8 (082)  
ББК 68.69 (5Каз)

Журнал «Вестник Кокшетауского технического института» № 1 (33), 2019 г., март.  
Издается с марта 2011 года.

**Собственник:** Кокшетауский технический институт Комитета по чрезвычайным ситуациям Министерства внутренних дел Республики Казахстан.

Журнал зарегистрирован в Министерстве информации и коммуникации Республики Казахстан 29 августа 2017 г. Свидетельство № 16654-Ж.

Дата и номер первичной постановки на учет № 11190-Ж, 14.10.2010 г.

Включен в перечень научных изданий, рекомендуемых Комитетом по контролю в сфере образования и науки Министерства образования и науки Республики Казахстан для публикации основных результатов научной деятельности по техническим наукам и технологии (приказ ККСОН МОН РК № 501 от 20.03.2018 г.).

*Главный редактор:* **Шарипханов С.Д.**, доктор технических наук

*Заместитель главного редактора:* **Раимбеков К.Ж.**, кандидат физико-математических наук

**Состав редакционной коллегии:**

**Беккер В.Р.**, председатель Комитета по чрезвычайным ситуациям МВД РК (РК, г. Астана)

**Алешков М.В.**, доктор технических наук, профессор (РФ, г. Москва)

**Байшагиров Х.Ж.**, доктор технических наук (РК, г. Кокшетау)

**Кошумбаев М.Б.**, доктор технических наук (РК, г. Астана)

**Мансуров З.А.**, доктор химических наук, профессор (РК, г. Алматы)

**Сивенков А.Б.**, доктор технических наук, доцент (РФ, г. Москва)

**Аубакиров С.Г.**, кандидат технических наук (РК, г. Алматы)

**Джумагалиев Р.М.**, профессор, кандидат технических наук (РК, г. Алматы)

**Камлюк А.Н.**, кандидат физико-математических наук, доцент (Республика Беларусь, г. Минск)

**Тарахно А.В.**, кандидат технических наук, доцент (Украина, г. Харьков)

**Состав редакционного совета:**

Карменов К.К., кандидат технических наук (председатель); Альменбаев М.М., кандидат технических наук; Арифджанов С.Б., кандидат технических наук; Бейсеков А.Н., кандидат физико-математических наук; Жаулыбаев А.А., кандидат технических наук; Касымова С.К., кандидат филологических наук; Макишев Ж.К., кандидат технических наук; Шуматов Э.Г., кандидат философских наук; Шумекоев С.Ш., кандидат педагогических наук.

«Вестник Кокшетауского технического института» - периодическое издание, посвящённое вопросам обеспечения пожарной безопасности, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Тематика журнала – теоретические и практические аспекты предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций; обеспечение пожарной безопасности; проблемы обучения и др.

Научный журнал предназначен для курсантов, магистрантов, адъюнктов, профессорско-преподавательского состава образовательных учреждений, научных и практических сотрудников, занимающихся решением вопросов защиты в чрезвычайных ситуациях, пожаровзрывобезопасности, а так же разработкой, созданием и внедрением комплексных систем безопасности.

Издано в авторской редакции

ISSN 2220-3311

© Кокшетауский технический институт  
КЧС МВД Республики Казахстан, 2019

## МАЗМУНЫ – СОДЕРЖАНИЕ – CONTENTS

### ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

<i>Айтеев А.С., Зиядинов Ш.Ө., Арифджанов С.Б., Кәрімбаев Ж.Т.</i> ТӨТЕНШЕ ЖАҒДАЙЛАРДЫ ЖОЮ ІС-ШАРАЛАРЫН МАТЕРИАЛДЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУДІҢ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ МАҚСАТЫНДА МАТЕРИАЛДЫҚ ҚҰРАЛ ҚОРЛАРЫН БАСҚАРУДЫҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ ҮЛГІЛЕРІН ҚОЛДАНУ	4
<i>Стрелков К.А., Ибраев А.Т., Кусаинов К.К.</i> РЕКОМЕНДАЦИИ ГРУППЕ СОПРОВОЖДЕНИЯ В ВС РК И ДРУГИХ ВОЙСК И ВОИНСКИХ ФОРМИРОВАНИЙ В РАБОТЕ С ЧЛЕНАМИ СЕМЕЙ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ, ОКАЗАВШИХСЯ В ТРАГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ	15
<i>Куанышбаев М.С., Мендыбаев М.А.</i> СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПО ЗОНИРОВАНИЮ ТЕРРИТОРИИ ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ЭВАКУИРУЕМОГО НАСЕЛЕНИЯ ПРИ УГРОЗЕ И ВОЗНИКНОВЕНИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ	23
<i>Тлеуова Ж.О., Капбасова Г.А., Кусаинов А.Б.</i> АНАЛИЗ И РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО УЛУЧШЕНИЮ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИИ	29

### ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ И ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

<i>Скорород А.З., Жукалов В.И., Станкевич В.М.</i> ОЦЕНКА НАГРЕВА И САМОВОСПЛАМЕНЕНИЯ СЕРЫ КОМОВОЙ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ ПРИ ЕЕ ХРАНЕНИИ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ	38
<i>Карабын В.В.</i> АНАЛИЗ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ГАЗООБРАЗНЫХ ПРОДУКТОВ ГОРЕНИЯ ПОРОД ОТВАЛОВ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ ЛЬВОВСКО-ВОЛЫНСКОГО УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА	48
<i>Бейсенгазинов Р.А., Альменбаев М.М., Макишев Ж.К., Рахметулин Б.Ж., Шахуов Т.Ж.</i> ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ РЕЛИГИОЗНОГО НАЗНАЧЕНИЯ МУСУЛЬМАН	57
<i>Баймаганбетов Р.С.</i> ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ	66

### ПРОБЛЕМЫ ОБУЧЕНИЯ

<i>Гарелина С.А., Грязнов С.Н., Латышенко К.П., Шарипханов С.Д.</i> НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ В СФЕРЕ ГРАЖДАНСКОЙ ЗАЩИТЫ В ИНТЕРЕСАХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	71
<i>Гарелина С.А., Латышенко К.П.</i> ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБЕИ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ	80
<i>Sadenova V.V.</i> THE ROLE OF PROVERBS AND SAYINGS IN THE COURSE OF TEACHING ENGLISH	87
<i>Рахым А.</i> ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ МЕМЛЕКЕТТІК ҚЫЗМЕТІНІҢ ДАМУ ҮРДІСІ	92

*В.В. Карабын, кандидат геологических наук  
Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности,  
Украина*

## **АНАЛИЗ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ГАЗООБРАЗНЫХ ПРОДУКТОВ ГОРЕНИЯ ПОРОД ОТВАЛОВ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ ЛЬВОВСКО-ВОЛЫНСКОГО УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА**

Возгорание породных отвалов угольных шахт и обогатительных фабрик является всемирной проблемой. Вследствие самовозгорания пород отвалов в атмосферу поступает множество токсичных канцерогенных соединений. На примере самовозгорания породного отвала обогатительной фабрики «Червоноградская», находящегося в западной части Украины, изучено изменение химического состава атмосферы. Доказано присутствие в воздухе сверхнормативных концентраций  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_2$ , формальдегида, исследовано их пространственную и временную структуры, проанализировано влияние на организм человека. Получены статистически значимые корреляционные зависимости между изменениями концентраций соединений серы, азота и углерода. Обосновано ведущую роль техногенной составляющей распространения загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в зоне влияния породного отвала обогатительной фабрики.

*Ключевые слова:* чрезвычайная ситуация, самовозгорание породных отвалов, загрязнение атмосферы.

*Введение.* Разработка угольных месторождений связана с извлечением на поверхность больших объемов пород, воды и газа. Под породные отвалы отводят значительные площади плодородных почв. Вещества, которые вынимают из недр в процессе угледобычи, часто являются токсичными. Еще большие объемы загрязняющих веществ поступают в окружающую среду в случае самовозгорания угля и углеобогащённых пород. Сгорание 1 т угля приводит к эмиссии 1,17 т углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ), 0,17 т метана ( $\text{CH}_4$ ) [1]. Также в результате этого процесса в атмосферу могут поступать оксиды серы и углерода, водород, хлор, аммоний, сероводород, метан, этан ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ), пропан ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ), этилен ( $\text{C}_2\text{H}_4$ ), пропилен ( $\text{C}_3\text{H}_6$ ), ацетилен ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ), формальдегид ( $\text{CH}_2\text{O}$ ), муравьиная кислота ( $\text{CH}_2\text{O}_2$ ), уксусная кислота ( $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ ), глиоксаль ( $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_2$ ) [2], изопропиловый спирт ( $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ ), бензол ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ), толуол ( $\text{C}_7\text{H}_8$ ), этил-бензол ( $\text{C}_8\text{H}_{10}$ ) [3], ртуть [4]. Значительная часть этих соединений являются токсичными, некоторые из них канцерогенными [3]. Эти газы также являются существенным фактором парникового эффекта в атмосфере Земли.

Горения породных отвалов угольных шахт и углеобогащательных фабрик является всемирной проблемой [2], которая характерна и для Украины, где угледобыча сосредоточена в трех бассейнах: Донецком и Львовско-Волынском каменноугольных и Днепровском бурогоугольном бассейнах. Во Львовско-Волынском каменноугольном бассейне (ЛВБ) уголь добывают подземным способом в шахтах и обогащают его на обогатительной фабрике «Червоноградская» ОАО «Львовская угольная компания».

Климат района - умеренно-континентальный с мягкой зимой и теплым летом. Среднегодовая температура воздуха 7,2 °С. Для района характерна высокая влажность воздуха, среднемесячное значение которой составляет 80% (зимой – 84%, летом – 72%). Среднегодовая сумма осадков составляет 580-600 мм в год, в том числе 85% выпадает в теплый период года (III-XII месяца) и 15% в холодный период (XII-II месяца).

Ветренность в данном районе слабая, среднегодовая скорость 3,2 м/с. Доминирующим среднегодовым направлением ветра является западное. В то же время, в отдельные месяцы наблюдается отклонение от многолетнего доминирующего направления. В частности, в октябре 2016 преобладал юго-восточный ветер скоростью 2,8 м/с, в ноябре этого же года вместе с западным имел место юго-западный ветер скоростью 3,0 м/с, в марте 2017 наряду с западным направлением имел место южный и в сентябре этого же года, наряду с западным, дул восточный ветер. Максимальные среднемесячные скорости ветра в течение 2016-2017 гг. зафиксированы в феврале 2016 г. и январе 2017 г. в пределах 4,1-4,2 м/с [5].

Отходы углеобогащения представляют собой смесь аргиллита (54-97%), алевролита (17-28), песчаников (2,0-20,7) и мергеля с включением мелкого угля (до 17%). Зольность пород составляет 78,4-79,3%, содержание серы 3,1%. В составе отходов присутствует пирит. Характерным признаком пород является их высокая сернистость, которая минералогических обусловлена повышенным содержанием пирита и марказита [6].

*Объектом исследования* являются газообразные продукты горения породного отвала обогатительной фабрики «Червоноградская» и их влияние на экологическую безопасность атмосферы.

Обогатительная фабрика «Червоноградская» (ОФЧ) находится во Львовской области Украины в 60 км на север от г. Львов. ОФЧ мощностью почти 10 млн. т в год является одной из крупнейших в Европе. Фабрика имеет мощный объём приёма угля, значительную емкость дозирочно-аккумулирующих бункеров, двухсекционную технологическую схему обогащения [6]. Отвал породы площадью 73,7 га, введен в действие в 1979 году. Высота центральной части отвала - 60 м; площадь основания – 650 тыс.м<sup>2</sup>; периметр по подошве – 3300 м; объём заскладированных пород 30 млн.м<sup>3</sup>.

*Материалы и методы исследований.* Автором вместе с сотрудниками и курсантами Львовского государственного университета безопасности жизнедеятельности (ЛГУБЖД) осуществлено измерения температур дистанционно в инфракрасном диапазоне тепловизором, пирометром и непосредственно на контакте с породой специальным термоизмерителем, оборудованным термопарой. Температура пород измерена на поверхности и глубине 0,5 м, 1,0 м, 1,5 м, 2,0 м, 2,5 м [7].

Содержание компонентов атмосферного воздуха определяли работники Червоноградского районного отдела Львовского областного лабораторного центра Министерства здравоохранения Украины стандартными методами (зав. Н. Терех). Отбор проб воздуха произведено аспирационным методом. В атмосферном воздухе установлено концентрации пыли, SO<sub>2</sub> NO<sub>2</sub>, CO, формальдегида. Концентрацию пыли установлено гравиметрическим методом, диоксида серы – с использованием тетрахломеркурату (ТХМ) и парарозанилина, диоксида азота – модифицированным методом Гриса-Зальцмана (ISO 6768: 1998, IDT), оксида углерода – методом

инфракрасного рассеивания, формальдегида – хроматографическим методом.

*Результаты исследований и их обсуждение.* Высокий уровень техногенной нагрузки Сокальского района Львовской области Украины существенно влияет на химический состав атмосферного воздуха. В пределах Сокальского района породные отвалы занимают площадь 290 га с количеством породы 90 млн тонн. С 1 м<sup>2</sup> террикона, что горит в Сокальском районе, в атмосферу, в среднем за сутки, поступает: 10,7 кг окиси углерода, 6,3 кг сернистого газа, по 0,6 кг сероводорода и окислов азота. Опасными загрязнителями атмосферного воздуха района являются выбросы соединений серы, в результате чего наблюдается выпадение кислотных осадков [8].

Породы отвалов шахт, особенно обогатительной фабрики, характеризуются повышенными температурными режимами. Вследствие самовозгорания пород терриконов угольных шахт в атмосферном воздухе окружающих населенных пунктов иногда поступают загрязняющие вещества в сверхнормативных концентрациях. В частности, в течение 2013-2014 гг. в 25 пробах воздуха из 300 (8,3%) зафиксировано пыль в количестве 0,51-0,77 мг/м<sup>3</sup>, что в 1-1,54 раза превышало предельно допустимую концентрацию (ПДК) и двуокись серы (SO<sub>2</sub>) в количестве 0,6-0,8 мг/м<sup>3</sup>, что в 1,2-1,6 раз превышало ПДК. Сверхнормативных концентраций оксидов углерода, азота, сернистого ангидрида в этот период не зафиксировано.

Негативное влияние породных отвалов обогатительной фабрики и угольных шахт Червоноградского горнопромышленного района на состояние атмосферы фиксируют как химическими, так и биологическими методами. В частности, установлено повреждение хвои *Pinus sylvestris* L. в зоне влияния шахт Лесная и Великомоствовская [9], увеличение флуктуирующей асимметрии листовых пластин березы повислой в зоне влияния шахты Червоноградская [10].

Экологическая ситуация резко усугубилась в 2016-2017 гг. В этот период наблюдалось пламенное горение пород отвала обогатительной фабрики "Червоноградская" в результате которого в атмосферу поступило большое количество вредных компонентов, которые и стали объектом наших исследований.

По результатам точечного измерения температур, осуществленных ЛГУБЖД в сентябре 2016 г., на отделении 7-8 м от края откоса отвала зафиксированы температуры пород от 35,0<sup>0</sup>С до 98,6<sup>0</sup>С. Средняя температура пород на глубине 0,5 м составляла 55,9<sup>0</sup>С, на глубине 1,0 м – 65,7<sup>0</sup>С, 1,5 м – 70,4<sup>0</sup>С, 2,0 м – 72,8<sup>0</sup>С, 2,5 м – 77,2<sup>0</sup>С [7].

*Пространственное и временное распространение загрязнителей атмосферы.* Горение пород отвала обогатительной фабрики «Червоноградская» вызвало поступления в атмосферу ряда токсичных газов в сверхнормативных концентрациях. Превышение содержаний SO<sub>2</sub> и CO, ПДК которых в Украине составляют соответственно 0,5 мг/м<sup>3</sup> и 5 мг/м<sup>3</sup>, зафиксировано в населенных пунктах, расположенных в разных направлениях от отвала. Превышение содержания NO<sub>2</sub>, ПДК которой составляет 0,2 мг/м<sup>3</sup>, выявлено только 1 раз в с. Селец, которое находится в 1 км на запад от породного отвала (рисунок 1).

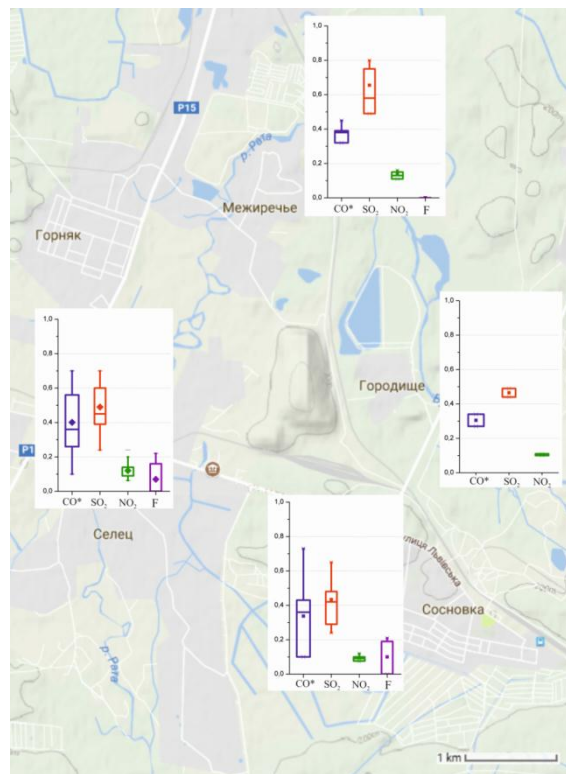


Рисунок 1 – Схема загрязнения атмосферного воздуха в зоне влияния породного отвала обогатительной фабрики «Червоноградская» в 2016 г.: минимальное, максимальное, среднее и медианное содержание загрязнителей  $SO_2$ ,  $NO_2$ , формальдегид (F),  $10^{-2} CO$  в  $мг/м^3$

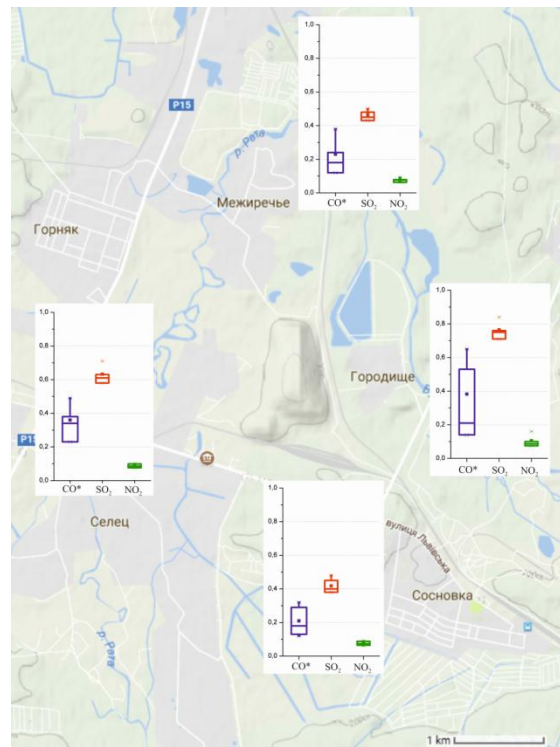
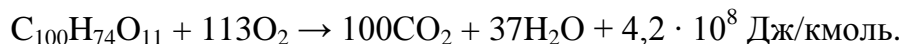


Рисунок 2 – Схема загрязнения атмосферного воздуха в зоне влияния породного отвала обогатительной фабрики «Червоноградская» в 2017 г.: минимальное, максимальное, среднее и медианное содержание загрязнителей  $SO_2$ ,  $NO_2$ ,  $10^{-2} CO$  в  $мг/м^3$

Рассмотрим пространственную и временную изменчивость загрязняющих компонентов в отдельности.

*Оксиды углерода.* Диоксид углерода имеет наибольшую долю среди газов, которые выделяются при сжигании угля. Выделение диоксида углерода в случае окисления каменных углей можно описать реакцией [11]:



Диоксид углерода не является токсичным газом и его содержание не регламентировано. Однако увеличение концентрации этого газа только до 1,0% приводит к росту частоты дыхания на 37%, а концентрация  $CO_2$  1,5% приводит к головной боли и росте частоты дыхания на 50% [12]. Длительная экспозиция высоких концентраций  $CO_2$ , особенно вместе с низким содержанием кислорода, может привести к значительным постоянным неблагоприятным последствиям для здоровья человека, включая головные боли, головокружение, ослабление памяти, нарушение сна и способности сосредоточиться, светобоязнь, потерю подвижности глаз, дефекты визуального поля, увеличение слепых пятен, дефицит адаптации к темноте и изменения личности [13].

*Оксид углерода* является токсичным газом. В результате отравления угарным газом происходит СО-индуцированная гипоксия, наиболее уязвимыми органами которой является мозг и сердце [14]. Максимальная концентрация оксида углерода в воздухе населенных пунктов Украины регламентируется на уровне  $5 \text{ мг/м}^3$ . Превышение этого нормативного значения в течение 2016-2017 годов в пределах территории исследований наблюдалось 15 раз, или в 29% проб воздуха. Максимальная концентрация СО  $12,0 \text{ мг/м}^3$  зафиксирована 22 февраля 2016 в воздухе с. Городище. Чаще всего превышение ПДК оксида углерода зафиксировано в воздухе с. Городище - 50% проб и с. Селец - 38% проб. В с. Междуречья ни разу не было зафиксировано превышение ПДК по содержанию СО (рисунок 3).

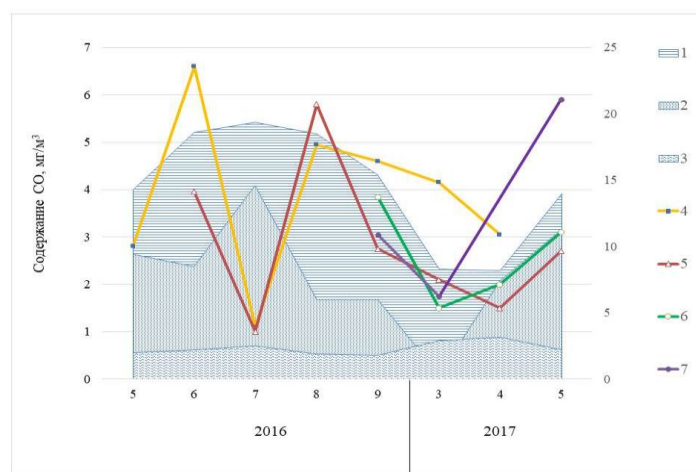


Рисунок 3 – Динамика изменения концентраций оксида углерода в атмосферном воздухе населённых пунктов в зоне влияния породного отвала обогатительной фабрики "Червоноградская": правая ось для областей (1-3): 1 – среднемесячная температура,  $^{\circ}C$ , 2 – месячная сумма атмосферных осадков  $\times 0,1 \text{ мм}$ , 3 – среднемесячная скорость ветра, м/с; левая ось для графиков содержания СО в атмосферном воздухе населенных пунктов (4-7): 4 – с. Селец, 5 – г. Сосновка, 6 – с. Междуречье, 7 – с. Городище.



Результаты, представленные на рис. 3, указывают на закономерное изменение концентраций оксида углерода в западном и южном направлениях от породного отвала (с. Селец и г. Сосновка). Убедительных статистических закономерностей изменения содержания CO, связанных с изменением метеорологических факторов, найти не удалось.

На количество эманаций газообразных оксидов углерода с породного отвала влияет температура горения. По результатам исследований [15] в случае тлеющих пожаров, которые происходят при максимальных температурах 500 – 1000 °С, в атмосферу поступает смесь CO<sub>2</sub> и CO в соотношении 1:1, в то время как в пламенных угольных пожарах такой коэффициент составляет около 10: 1.

*Оксиды серы и азота.* Оксиды серы и азота являются источниками кислотных осадков. Установлена связь между суммой концентраций SO<sub>2</sub> + NO<sub>2</sub> в атмосферном воздухе с острыми респираторными заболеваниями людей и суммарное влияние концентрации SO<sub>2</sub> 0,1-0,2 мг/м<sup>3</sup> вместе с взвешенными частицами в количестве 250 мг/м<sup>3</sup> на увеличение симптомов бронхиальной астмы [16]. В восточной Европе выпадения соединений серы достигают 2 т/км<sup>2</sup> в год [17].

Получены научные доказательства связи краткосрочных (до 24 часов) экспозиций SO<sub>2</sub>, с увеличением респираторных нарушений, включая бронхоконстрикцию и астму. SO<sub>x</sub> может взаимодействовать с другими соединениями в атмосфере с образованием мелких частиц. Эти частицы глубоко проникают в чувствительные части легких и могут вызвать или ухудшить респираторные заболевания, такие как эмфизема и бронхит [18].

Диоксид азота, даже при низких концентрациях, может привести к усилению сопротивляемости дыхательных путей легких к движению воздуха, повышению частоты острого бронхита среди младенцев и стариков, увеличением частоты дыхательных заболеваний и раздражение альвеол легких [18].

В пределах фоновых участков восточной Европы среднесуточная концентрация SO<sub>2</sub> увеличивается зимой и уменьшается летом [17]. На территории влияния породного отвала взаимосвязи между изменениями концентраций оксидов серы и азота в атмосферном воздухе населенных пунктов с изменениями метеорологических параметров не выявлено, что указывает на доминировании техногенных факторов распространения этих соединений над естественными. К техногенным факторам относим, прежде всего, интенсивность горения пород отвала.

*Формальдегид.* Фоновая концентрация формальдегида (НСНО) в атмосферном воздухе Европы (Чехия, Финляндия, Франция, Германия) равна 1,2 мкг/м<sup>3</sup> [19]. По данным наблюдений гидрометеорологических организаций Украины среднегодовое содержание НСНО в атмосферном воздухе украинских городов в 2016 составил 0,007 мг/м<sup>3</sup>, что в 2,3 раза превышает среднесуточную предельно допустимую концентрацию. Исходя из приведенных данных, формальдегид является одним из самых опасных атмосферных загрязнителей Европы.

В атмосферном воздухе населенных пунктов концентрацию формальдегида измеряли только в 2016 в с. Гирнык, с. Селець., г. Сосновка, то есть на север, запад и юг от породного отвала. Содержание этого загрязнителя был зафиксирован в с. Селець и г. Сосновка, то есть по направлению ветров, в количестве от 0 до 0,21 мг/м<sup>3</sup> в г. Сосновка и от 0 до 0,22 мг/м<sup>3</sup> в с. Селец. Формальдегид фиксировался до сентября, а после похолодания этот загрязнитель в атмосферном воздухе

отсутствовал (или его содержание было ниже чувствительность метода), несмотря на интенсивное горение пород отвала.

*Анализ зависимостей.* Концентрации соединений серы, азота и углерода в атмосферном воздухе в зоне влияния породного отвала менялись синхронно. Теснейшая корреляционная зависимость установлена между изменением содержания SO<sub>2</sub> и NO<sub>2</sub> (таблица).

Таблица – Значения коэффициентов корреляции Спирмена между концентрациями загрязняющих веществ и отдельными метеорологическими показателями

Параметры атмосферы	CO	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	Температура воздуха	Скорость ветра	Количество осадков
CO	1	0,76	0,77	0,18	-0,32	-0,092
SO <sub>2</sub>			0,61	-0,19	-0,04	-0,33
NO <sub>2</sub>			1	0,34	-0,38	0,04
Температура воздуха				1	-0,52	0,33
Скорость ветра					1	0,03
Количество осадков						1

Следует обратить внимание на отсутствие значимой корреляционной связи между изменением концентраций загрязнителей и изменением природных метеорологических показателей, что может указывать на доминирование техногенного контроля над содержанием загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

*Заключение:*

1. Самовозгорания угля и углеобогащённых пород отвалов шахт и обогатительных фабрик приводит к эмиссии оксидов углерода, азота, серы, углеводородов, водорода, хлора, аммония, сероводорода, формальдегида, ртути. Значительная часть из этих соединений токсичны, некоторые из них канцерогенны.

2. Горение пород отвала обогатительной фабрика «Червоноградская» в 2016-2017 гг. вызвало сверхнормативное поступления в атмосферу SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>.

3. Получены статистически значимые корреляционные зависимости между изменениями концентраций соединений серы, азота и углерода в атмосферном воздухе в зоне влияния породного отвала и отсутствие таковых с изменением метеорологических показателей указывает на доминирование техногенной составляющей распространения загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

#### Список литературы

1. Kuenzer C., Zhang J., Tetzlaff A., Paul van Dijk, Voigt S., Mehl H., Wagner W. Uncontrolled coal fires and their environmental impacts: Investigating two arid mining regions in north-central China. Applied Geography. - 2007. - Vol. 27. - Pp. 42–62.

2. Stracher G.B., Taylor T.P. Coal fires burning out of control around the world: thermodynamic recipe for environmental catastrophe. International Journal of Coal Geology. - 2004. - Vol. 59. - Pp. 7 – 17.

3. Yan Y., Peng L., Cheng N., Bai H., Mu L. Health risk assessment of toxic VOCs species for the coal fire well drillers. *Environ Sci. Pollut. Res.* - 2015. - Vol. 22(19). - Pp. 32 – 44. DOI 10.1007/s11356-015-4729-7
4. Pirrone N., Cinnirella S., Feng X. Global mercury emissions to the atmosphere from anthropogenic and natural sources. *Atmos. Chem. Phys.* - 2010. - Vol. 10. - Pp. 5951–5964.
5. Метеопост [Електронний ресурс]. - Режим доступа: <http://www.meteorpost.com>.
6. Мінеральний склад відходів видобутку і збагачення вугілля, їхні екзогенні зміни та вплив на природні води за результатами гідрогеологічного моделювання (Червоноградський гірничопромисловий район) / Г. Бучацька [та ін.] // Мінералогічний збірник. – 2014. – № 64. – Вип. 2. – С. 176–194.
7. Karabyn V., Shtain B., Popovych V. Thermal regimes of spontaneous firing coal washing waste sites. *Nnews of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical sciences.* 2018. Volume 3, No 429. - Pp. 64–74.
8. Міщенко О., Папасвич Н. Антропогенна деструкція ландшафтів Сокальського району Львівської області // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Географія. – 2016. – Вип. 1 (40). – С. 200–207.
9. Горова А.І., Кулина С.Л., Шкреметко О.Л. Про використання дендроіндикації при оцінці стану повітряного басейну Червоноградського гірничопромислового регіону за допомогою сосни звичайної (*Pinus sylvestris L.*) // Збірник наукових статей «III-го Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю». – Вінниця, 2011. – С.310–313.
10. Равлик У.І., Карабин В.В. Моніторинг екологічного стану довкілля у зоні впливу шахти Червоноградська // Сучасний стан цивільного захисту України: перспективи та шляхи до Європейського простору: матеріали 17 Всеукраїнської науково-практичної конференції рятувальників (Київ, 22-23 вересня 2015 р.). – Київ: ІДУЦЗ, 2015. – С. 330–333.
11. Schmal D. Spontaneous heating of stored coal. In: Nelson CR, editor. *Chemistry of coal weathering*, Amsterdam: Elsevier, 1989. Pp. 133–215.
12. Rice S.A. Health Effects of Acute and Prolonged CO<sub>2</sub>: Exposure in Normal and Sensitive Populations. *Second Annual Conference on Carbon Sequestration.* – May 5–8, 2003, Alexandria, Virginia, USA. - Pp. 1–10.
13. Rice S.A. Human Health Risk Assessment of CO<sub>2</sub> : Survivors of Acute High-Level Exposure and Populations Sensitive to Prolonged Low-Level Exposure. *Third Annual Conference on Carbon Sequestration*, May 3–6, 2004, Alexandria, Virginia, USA. - Pp. 1–9.
14. Akyol S., Erdogan S., Idiz N., Celik S., Kaya M., Ucar F., Dane S., Akyol O. The role of reactive oxygen species and oxidative stress in carbon monoxide toxicity: An in-depth analysis // *Redox Report.* - 2014. - Vol. 19. No. 5. - P. 180-189.
15. Rein G. Smoldering combustion phenomena and coalfires. In: Stracher, G.B., Prakash, A., Sokol, E.V. (Eds.), *Coal and Peat Fires: A Global Perspective: Coal Geology and Combustion.* - 2011. - Vol. 1. - Pp. 307–315.
16. Щербакова М.А. Влияние антропогенных факторов окружающей среды на респираторную систему взрослого населения // *Вестник ВДУ.* – 2017. – № 1 (94). – С. 4-60.
17. Сергейчик С.А. Влияние промышленного загрязнения воздуха SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, CS<sub>2</sub> на содержание серы в листьях различных видов деревьев и кустарников // *Экологический вестник.* – 2014. – № 4 (30). – С.88-96.
18. Saxena N. Review on Air Pollution, Polluting Agents and its Possible Effects in 21st Century. *Adv. Biores.* 2017. Vol 8 (2). Pp. 42-50. DOI: 10.15515/abr.0976-4585.8.2.4250

19. Какарека С.В., Ашурко Ю.Г. Анализ и оценка источников выбросов формальдегида в атмосферный воздух на территории Беларуси // Природопользование. – 2012. – Вып. 21. – С. 75–82.

*V.V. Karabyin*

*Өмір тіршілігі қауіпсіздігінің Львов мемлекеттік университеті, Украина*

## ЛЬВОВ-ВОЛЫН КӨМІР БАССЕЙНІНІҢ БАЙЫТУ ФАБРИКАСЫНЫҢ ҮЙІНДІЛЕРІ ЖЫНЫСТАРЫНЫҢ ГАЗ ТӘРІЗДІ ЖАНУ ӨНІМДЕРІНІҢ ТАРАЛУЫН ТАЛДАУ

Көмір шахталары мен байыту фабрикаларының жыныс үйінділерінің жануы дүниежүзілік проблема болып табылады. Үйінділер жыныстарының өздігінен жануы салдарынан атмосфераға көптеген улы канцерогенді қосылыстар түседі. Украинаның батыс бөлігіндегі "Червожноградская" байыту фабрикасының жаныс үйіндісінің өздігінен жануы мысалында атмосфераның химиялық құрамының өзгеруі зерттелді. Ауада SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, формальдегидтің нормативтен тыс концентрациясының болуы дәлелденді, олардың кеңістіктік және уақытша құрылымы зерттелді, адам ағзасына әсері талданды. Күкірт, азот және көміртегі қосылыстары концентрациясының өзгеруі арасындағы статистикалық маңызды корреляциялық тәуелділік алынды. Байыту фабрикасының жыныс үйіндісінің әсер ету аймағында атмосфералық ауадағы ластанушы заттардың таралуының техногендік құрауышының жетекші рөлі негізделген.

*Түйін сөздер:* төтенше жағдай, жаныс үйінділерінің өздігінен жануы, атмосфераның ластануы.

*V.V. Karabyin*

*Lviv State University of Life Safety, Lviv, Ukraine*

## ANALYSIS OF DISTRIBUTION OF GASEOUS COMBUSTION PRODUCTS OF ROCK DUMPS AT PREPARATION PLANT OF LVIV-VOLYN COAL BASIN

Combustion of rock dumps at coal mines and coal preparation plants is a worldwide problem. Due to the spontaneous combustion of dumps, many toxic carcinogenic compounds are exhausted into the atmosphere. The change in chemical composition of the atmosphere was studied on the example of self-combustion of the dump at a coal preparation plant "Chervonohradska" located in the western region of Ukraine. Presence of excess concentrations of SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, and formaldehyde in the air has been proved, their spatial and temporal structures have been researched, and the influence on human organism has been analyzed. Statistical correlation dependences between changes in concentrations of sulfur, nitrogen and carbon compounds were obtained. Primary impact of the industrial and man-made factors on spreading of pollutants in the atmospheric air in the zone of influence of the waste dump at coal preparation plant has been substantiated.

*Keywords:* emergency situation, spontaneous combustion of rock dumps, pollution of the atmosphere.