

ISSN 2518-170X (Online),
ISSN 2224-5278 (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

NEWS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ГЕОЛОГИЯ ЖӘНЕ ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР
СЕРИЯСЫ



СЕРИЯ
ГЕОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК



SERIES
OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

4 (424)

ШІЛДЕ – ТАМЫЗ 2017 ж.
ИЮЛЬ – АВГУСТ 2017 г.
JULY – AUGUST 2017

ЖУРНАЛ 1940 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 1940 г.
THE JOURNAL WAS FOUNDED IN 1940.

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА
АЛМАТЫ, НАН РК
ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р ы

э. ғ. д., профессор, ҚР ҰҒА академигі

И.К. Бейсембетов

Бас редакторының орынбасары

Жолтаев Г.Ж. проф., геол.-мин. ғ. докторы

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

Абаканов Т.Д. проф. (Қазақстан)
Абишева З.С. проф., академик (Қазақстан)
Алиев Т. проф., академик (Әзірбайжан)
Бакиров А.Б. проф., (Қырғыстан)
Беспәев Х.А. проф. (Қазақстан)
Бишимбаев В.К. проф., академик (Қазақстан)
Буктуков Н.С. проф., академик (Қазақстан)
Булат А.Ф. проф., академик (Украина)
Ганиев И.Н. проф., академик (Тәжікстан)
Грэвис Р.М. проф. (АҚШ)
Ерғалиев Г.Х. проф., академик (Қазақстан)
Жуков Н.М. проф. (Қазақстан)
Кенжалиев Б.К. проф. (Қазақстан)
Қожахметов С.М. проф., академик (Қазақстан)
Конторович А.Э. проф., академик (Ресей)
Курскеев А.К. проф., академик (Қазақстан)
Курчавов А.М. проф., (Ресей)
Медеу А.Р. проф., академик (Қазақстан)
Мұхамеджанов М.А. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Нигматова С.А. проф. (Қазақстан)
Оздоев С.М. проф., академик (Қазақстан)
Постолатий В. проф., академик (Молдова)
Ракишев Б.Р. проф., академик (Қазақстан)
Сейтов Н.С. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Сейтмуратова Э.Ю. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Степанец В.Г. проф., (Германия)
Хамфери Дж.Д. проф. (АҚШ)
Штейнер М. проф. (Германия)

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Геология мен техникалық ғылымдар сериясы».

ISSN 2518-170X (Online),

ISSN 2224-5278 (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.).

Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде 30.04.2010 ж. берілген №10892-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18, <http://nauka-nanrk.kz/geology-technical.kz>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2017

Редакцияның Қазақстан, 050010, Алматы қ., Қабанбай батыра көш., 69а.

мекенжайы: Қ. И. Сәтбаев атындағы геология ғылымдар институты, 334 бөлме. Тел.: 291-59-38.

Типографияның мекенжайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

Г л а в н ы й р е д а к т о р
д. э. н., профессор, академик НАН РК

И. К. Бейсембетов

Заместитель главного редактора

Жолтаев Г.Ж. проф., доктор геол.-мин. наук

Р е д а к ц и о н н а я к о л л е г и я:

Абаканов Т.Д. проф. (Казахстан)
Абишева З.С. проф., академик (Казахстан)
Алиев Т. проф., академик (Азербайджан)
Бакиров А.Б. проф., (Кыргызстан)
Беспаяев Х.А. проф. (Казахстан)
Бишимбаев В.К. проф., академик (Казахстан)
Буктуков Н.С. проф., академик (Казахстан)
Булат А.Ф. проф., академик (Украина)
Ганиев И.Н. проф., академик (Таджикистан)
Грэвис Р.М. проф. (США)
Ергалиев Г.Х. проф., академик (Казахстан)
Жуков Н.М. проф. (Казахстан)
Кенжалиев Б.К. проф. (Казахстан)
Кожаметов С.М. проф., академик (Казахстан)
Конторович А.Э. проф., академик (Россия)
Курскеев А.К. проф., академик (Казахстан)
Курчавов А.М. проф., (Россия)
Медеу А.Р. проф., академик (Казахстан)
Мухамеджанов М.А. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Нигматова С.А. проф. (Казахстан)
Оздоев С.М. проф., академик (Казахстан)
Постолатий В. проф., академик (Молдова)
Ракишев Б.Р. проф., академик (Казахстан)
Сейтов Н.С. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Сейтмуратова Э.Ю. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Степанец В.Г. проф., (Германия)
Хамфери Дж.Д. проф. (США)
Штейнер М. проф. (Германия)

«Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук».

ISSN 2518-170X (Online),

ISSN 2224-5278 (Print)

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №10892-Ж, выданное 30.04.2010 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 300 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,

<http://наука-нанрк.kz/geology-technical.kz>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2017

Адрес редакции: Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра, 69а.

Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева, комната 334. Тел.: 291-59-38.

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

E d i t o r i n c h i e f

doctor of Economics, professor, academician of NAS RK

I. K. Beisembetov

Deputy editor in chief

Zholtayev G.Zh. prof., dr. geol-min. sc.

E d i t o r i a l b o a r d:

Abakanov T.D. prof. (Kazakhstan)
Abisheva Z.S. prof., academician (Kazakhstan)
Aliyev T. prof., academician (Azerbaijan)
Bakirov A.B. prof., (Kyrgyzstan)
Bespayev Kh.A. prof. (Kazakhstan)
Bishimbayev V.K. prof., academician (Kazakhstan)
Buktukov N.S. prof., academician (Kazakhstan)
Bulat A.F. prof., academician (Ukraine)
Ganiyev I.N. prof., academician (Tadjikistan)
Gravis R.M. prof. (USA)
Yergaliev G.Kh. prof., academician (Kazakhstan)
Zhukov N.M. prof. (Kazakhstan)
Kenzhaliyev B.K. prof. (Kazakhstan)
Kozhakhmetov S.M. prof., academician (Kazakhstan)
Kontorovich A.Ye. prof., academician (Russia)
Kurskeyev A.K. prof., academician (Kazakhstan)
Kurchavov A.M. prof., (Russia)
Medeu A.R. prof., academician (Kazakhstan)
Muhamedzhanov M.A. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Nigmatova S.A. prof. (Kazakhstan)
Ozdoyev S.M. prof., academician (Kazakhstan)
Postolatii V. prof., academician (Moldova)
Rakishev B.R. prof., academician (Kazakhstan)
Seitov N.S. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Seitmuratova Ye.U. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Stepanets V.G. prof., (Germany)
Humphery G.D. prof. (USA)
Steiner M. prof. (Germany)

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technology sciences.

ISSN 2518-170X (Online),

ISSN 2224-5278 (Print)

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 10892-Ж, issued 30.04.2010

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,
<http://nauka-nanrk.kz/geology-technical.kz>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2017

Editorial address: Institute of Geological Sciences named after K.I. Satpayev
69a, Kabanbai batyr str., of. 334, Almaty, 050010, Kazakhstan, tel.: 291-59-38.

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 4, Number 424 (2017), 237 – 247

T. E. Adil'bayeva, A. V. Talovskaya, Y. G. Yazikov

Tomsk polytechnic university, Russia.

E-mail: mega.adilbaeva@mail.ru, talovskaj@yandex.ru, yazikoveg@tpu.ru

**ESTIMATION OF AEROTECHNICAL POLLUTION IN THE VICINITY
OF THE THERMAL POWER PLANT (TPP-3) IN KARAGANDA
ACCORDING TO SNOW SURVEY (REPUBLIC OF KAZAKHSTAN)**

Abstract. Emissions of heat power facilities affect the air quality and health of the population. The estimation of the volume of particulate matter emissions by these enterprises and the range of their transfer is of great importance. The article presents the results of an estimation of the level of air pollution in the zone of influence of the thermal power plant in Karaganda according to snow survey data.

Identified in the study area of man-made air pollution level based on the determination of average daily dust inflow complex with chemical elements of the atmosphere on the snow, as well as man-made structures identified in the solid precipitate snow.

It is determined that a very high level of pollution occurs at a distance of 0.5 km from the pipes of the thermal power plant. A tendency has been found to reduce the value of the dust load as far as the distance from the pipes of the thermal power plant is from 0.5 to 2.5 km, which may be related to the particle size and to the process of elution of smaller ash particles by ice dust formed when the water vapor in the smoke jet of the thermal power plant freezes. Data are obtained on the level of accumulation of heavy metals, rare, rare-earth and radioactive elements, as well as the associations of these elements in the solid phase of snow. The study of the real composition of solid suspended particles in air deposited in snow showed that they mainly contain unburnt coal particles, Al-Si microspherules, Fe microspherules and metal-containing particles.

Key words: Snow cover, atmospheric pollution, thermal power plant, microelements, technogenic formations.

УДК 502:624.131

Т. Е. Адильбаева, А. В. Таловская, Е. Г. Язиков

Томский политехнический университет, Россия

**ОЦЕНКА АЭРОТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ
В ОКРЕСТНОСТЯХ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ (ТЭЦ-3)
Г. КАРАГАНДЫ ПО ДАННЫМ СНЕГОВОЙ СЪЕМКИ
(РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН)**

Аннотация. Выбросы объектов теплоэнергетики влияют на качество воздуха и здоровье население. Оценка объемов выбросов твердых частиц этими предприятиями и дальности их переноса имеет важное значение. В статье представлены результаты оценки уровня загрязнения воздуха в зоне влияния теплоэлектростанции г. Караганды по данным снеговой съемки.

На изучаемой территории выявлен уровень техногенного загрязнения воздуха на основе определения среднесуточного притока пыли с комплексом химических элементов из атмосферы на снежный покров, а также выявленных техногенных образований в составе твердого осадка снега.

Определено, что очень высокий уровень загрязнения приходится на расстоянии 0,5 км от труб теплоэлектростанции. Выявлена тенденция уменьшения величины пылевой нагрузки по мере удаления от труб теплоэлектростанции от 0,5 до 2,5 км, что может быть связано с размером частиц и с процессами вымывания

более мелких частиц золы ледяной крупой, образующейся при замерзании водяного пара в дымовой струе теплоэлектростанции. Получены данные об уровне накопления тяжелых металлов, редких, редкоземельных и радиоактивных элементов, а также выделены ассоциации этих элементов в твердой фазе снега. Изучение вещественного состава твердых взвешенных частиц в воздухе, осаждаемые в снеге показало, что они в основном содержат частицы недожжённого угля, Al-Si-микросферулы, Fe-микросферулы и металлсодержащие частицы.

Ключевые слова: снеговой покров, загрязнение атмосферы, теплоэлектростанция, микроэлементы, техногенные образования.

Введение. Загрязнение атмосферы – самый острый вопрос современной экологической ситуации крупных регионов и городов. Обзор отечественной и иностранной литературы показал, что индикация уровня загрязнения окружающей среды выбросами топливно-энергетического комплекса является весьма актуальным. Известно, что ископаемые угли содержат в своем составе широкую ассоциацию химических элементов, которые вследствие относительно низких концентраций получили название «элементы-примеси». При высоких температурах сжигания углей в котлоагрегатах топливно-энергетических комплексов элементы-примеси в значительной степени выбрасываются в атмосферу в составе твердых частиц [32]. Во всех формах они способны оказывать неблагоприятные воздействия на живые организмы, том числе и человека [22]. Поэтому особое внимание уделено изучению влияния выбросов теплоэлектростанций на состояние атмосферного воздуха, как в нашей стране, так и за рубежом [1-13].

В настоящий момент существует проблема определения индикаторов для оценки вклада отдельно взятого источника среди множества в общий уровень загрязнения окружающей среды. В определенной мере эта проблема решается многими исследователями путем изучения химического состава выбросов предприятий и дальности их распространения на основе изучения снегового покрова [3-7]. Геохимическая информация снежного покрова позволяет получить динамику загрязнения за зимний сезон, а одна проба по всей высоте снежного покрова даёт представление о загрязнённости за весь период от установления снежного покрова до момента отбора пробы [8]. Техногенные аномалии в снеге проявляются более контрастно и характеризуют пространственную картину воздействия источников выбросов более четко, чем аномалии в других природных средах.

Снеговой покров – депонирующая среда для выявления техногенного загрязнения территорий, исследования которого в зоне влияния объектов ТЭК освещены во многих работах [1-3]. В снеговом покрове в зоне влияния топливно-энергетических комплексов изучение уровня накопления химических элементов зависит от состава используемого топлива. По анализу литературных данных, выделены возможные приоритетные элементы – загрязнители в зоне влияния топливно-энергетических комплексов в Казахстане [9,10], России [2-7] и за рубежом [1,11].

Город Караганда – самый большой город области по населению и четвертый по численности населения в Казахстане (после Алматы, Астаны и Шымкента). В северной части города расположен один из крупнейших энергопроизводящих предприятий Карагандинской области – теплоэлектростанция (ТЭЦ-3). В своем технологическом процессе ТЭЦ-3 использует экибастузский уголь, растопочное сырье – мазут. Экибастузский угольный бассейн расположен в Павлодарской области Республики Казахстан город Экибастуз. Недостаток этого угля заключается в том, что он высокозольный (более 40%), что снижает тепловой эффект сжигания угля, увеличивает стоимость его транспортировки, и содержит относительно высокое количество примесей.

Основные производственные показатели ТЭЦ-3: установленная электрическая мощность – 670 МВт, располагаемая электрическая мощность – 506 МВт, рабочая электрическая мощность – 493 МВт, выработка электроэнергии 3,43 млрд кВт·ч, установленная тепловая мощность – 1174 Гкал/ч. Выброс продуктов горения происходит через две дымовые трубы высотой от 100 до 168 м, что приводит к их рассеянию над значительной территорией города и его окрестностей. Количество котлов – 8 шт. [14].

С метеорологических позиций выбросы ТЭЦ-3 распространяются на жилой сектор и близко расположенные социальной инфраструктуры согласно преобладающему направлению ветра. Особенности циркуляции атмосферы обуславливают преобладание юго-западного ветра, его доля за многолетний период составляет 65%. Противоположные ветры фиксируются в 14% случаях, а частота других направлений ветров не превышает 7-8%.

Для получения новых данных качественной и количественной оценки уровня аэротехногенного загрязнения в окрестностях ТЭЦ-3 на основе изучения снегового покрова нами решались следующие задачи: 1) определение уровня пылевой нагрузки; 2) выявление экологически наиболее опасных элементов-загрязнителей (элементов-индикаторов), имеющих максимальные величины выпадения и накопления в твердой фазе снега; 3) определение опасных для здоровья металлосодержащих фаз и их морфологических характеристик.

Методика исследования. В январе 2014 г. проводился отбор проб снегового покрова в зоне влияния ТЭЦ-3 и в жилом районе в 2,5 км, расположенного в юго-западном направлении от ТЭЦ-3. Отбор проб проводили на расстоянии 0,5 км от труб ТЭЦ-3 в северо-восточном, восточном, юго-восточном, южном, западном и северном направлении, всего было отобрано 6 проб. В окрестностях ТЭЦ-3 в направлении основного ветрового переноса загрязнений (юго-западное), также было отобрано 7 проб: в северо-западном направлении на расстоянии 0,6; 1,5 и 2 км; юго-западном направлении – 0,6 км, северном направлении – 0,6; 1,5 и 2 км от труб. На территории жилого района, находящегося на расстоянии 2,5 км от ТЭЦ-3 на юго-западе было отобрано 6 проб, по регулярной сети с шагом 500 м. Таким образом, территория исследования была условно выделена на ближнюю зону воздействия ТЭЦ-3 (0,5-0,6 км) и дальнюю (1,5-2 км). Дополнительно пробы отбирали на расстоянии 10 км на юг от ТЭЦ-3 вблизи пос. Доскей (Победа), отобрано 4 пробы. Всего было отобрано 23 пробы. В качестве фоновых участков были выбраны 2 территории удаленные от города Караганды на расстоянии 55 км в северо-западном и 80 км в юго-восточном направлениях. В каждом фоновом участке было отобрано по 4 пробы.

Отбор и подготовку проб снега проводили в соответствии с нормативными документами [16-18] и на основе многолетнего опыта исследования снегового покрова [1-12, 14-18]. Пробы снега отбирали методом шурфа на всю глубину снегового покрова за исключением 5-ти см слоя над почвой. Вес каждой проб составлял 16-17 кг. Пробы помещали в полиэтиленовые пакеты и доставляли в лабораторию, где помещали в пластиковые контейнеры и растапливали при комнатной температуре. Затем часть отстоянной чистой снеговой воды (5–6 л) сливалась, тогда как оставшаяся часть воды была профильтрована через беззольные фильтры типа «синяя лента» для получения твердой фазы снегового покрова. Затем на фильтре твердая фаза была просушена при комнатной температуре, просеяна через сито с диаметром ячейки 1 мм и взвешена.

Пробы твердой фазы снега изучали в лабораториях Международного инновационного научно-образовательного центра «Урановая геология» при кафедре геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета. Содержание 28 химических элементов в пробах твердой фазы снега определяли инструментальным нейтронно-активационным анализом (ИНАА). Содержание ртути определялось методом беспламенной атомной абсорбции на приборе "РА-915+" с пиролитической приставкой "ПИРО-915" с использованием пакета программ RA915P (ПНД Ф 16.1:2.23-2000). Граница относительной погрешности аналитических методов составляла 20%.

Микроскопическое изучение проб проводили с помощью бинокулярного стереоскопического микроскопа (Leica ZN 4D) с видео-приставкой. Определение вещественного состава проб твердой фазы снега с последующим установлением процентного соотношения всех природных и техногенных составляющих производили согласно запатентованной разработки [19]. Выявление металлосодержащих фаз в пробах осуществляли на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) Hitachi S-3400N с ЭДС Bruker XFlash 4010.

Масса твердого осадка в снеговой пробе служила основой для определения пылевой нагрузки P_n в $\text{мг}/\text{м}^2 \cdot \text{сут}$, т.е. количества твердых выпадений за единицу времени на единицу площади. Расчет пылевой нагрузки P_n проводился по формуле: $P_n = P_o / S \cdot t$, где: P_o – масса твердого осадка в пробе (мг); S – площадь шурфа (м^2); t – количество суток от начала снеговоспада до момента отбора проб. В практике используется следующая градация по среднесуточной пылевой нагрузке: менее 250 – низкая степень загрязнения; 251–450 – средняя; 451–850 – высокая; более 850 – очень высокая [16]. Величина среднесуточного выпадения каждого микроэлемента на поверхность снегового покрова ($P_{\text{общ}}$, $\text{мг}/\text{км}^2$ в сутки) рассчитывалась по формуле [16]: $P_{\text{общ}} = C \cdot P_{\text{п}}$, где C – концентрация элемента в пробе твердой фазы снегового покрова ($\text{мг}/\text{кг}$), а $P_{\text{п}}$ – величина пылевой нагрузки. Коэффициент кларка концентрации (K_c) рассчитывали, как отношения содержания элемента в твердом осадке снега (C) к кларку ноосферы ($C_{\text{кл}}$) по формуле [20]: $K_c = C / C_{\text{кл}}$. После расчета

составлялся геохимический ассоциативный ряд элементов с наибольшими коэффициентами концентрации в порядке убывания, что характеризовало аномальность содержания химических элементов. Поскольку антропогенные аномалии чаще всего имеют полиэлементный состав, для них рассчитывается суммарный показатель загрязнения $Z_{СПЗ}$, характеризующие эффект воздействия группы элементов: $Z_{СПЗ} = \sum K_c - (n - 1)$, где n – число учитываемых элементов с $K_c > 1$.

Результаты и их обсуждение. На основе установленного характера распределения величины пылевой нагрузки на снежный покров по мере удаления от труб ТЭЦ-3 были выделены условно ближняя (до 0,5 км) и условно дальняя (1,5 – 2 км) зоны влияния теплоэлектростанции. Уровень пылевой нагрузки на снежный покров в условно ближней зоне влияния ТЭЦ-3 в 4,5 – 10 раз выше аналогичного показателя в условно дальней зоне. В сравнении с фоновыми значениями пылевой нагрузки для города Караганды (47 мг/м²·сут) в условно ближней зоне влияния ТЭЦ-3 наблюдается их превышение в 22 раза, а в условно дальней – от 1,8 – 7 раз. Тогда как в соответствии с нормативной градацией уровень запыленности снежного покрова во всех точках соответствует очень высокой степени загрязнения территории [16]. Наименьшее значение пылевой нагрузки было зафиксировано на расстоянии 10 км на юг от ТЭЦ-3, которое составляет 89 мг/(м²·сут) и соответствует низкой степени загрязнения атмосферы и неопасному уровню заболеваемости населения в соответствии с нормативной градацией [16]. При сравнении с фоновыми показателями наблюдается превышение в 2 раза.

Наибольшая величина пылевой нагрузки приходится на северо-восточную часть от ТЭЦ-3, что объясняется переносом загрязняющих веществ согласно главенствующему направлению ветра. В тоже время в юго-западном, северном и северо-восточном направлении отмечается снижение величины пылевой нагрузки в 7 раз по мере удаления от ТЭЦ-3 на расстоянии 1,5 - 2 км.

Наиболее высокие значения пылевой нагрузки в ближней зоне воздействия ТЭЦ-3 связаны с тем, что более крупные пылевые частицы осаждаются возле источника загрязнения, а более мелкие переносятся воздушными потоками на дальнейе расстояние [4, 21-23]. Кроме того, известен эффект вымывания ледяной крупой пылевых выбросов теплоэлектростанций, что обуславливает их осаждение вблизи источника [21]. Не исключается и ветровой перенос от открытых складов углей или во время разгрузки угля.

Результаты сравнения средней величины пылевой нагрузки на снеговой покров в окрестностях ТЭЦ-3 сопоставимы с данными других ТЭЦ (таблица 1).

Таблица 1 – Среднесуточная пылевая нагрузка (P_n , мг/м²·сут) на снежный покров в окрестностях ТЭЦ-3 г. Караганда и различных теплоэлектростанций

Table 1 – The average daily dust load (P_n , mg·(m²·day)⁻¹) on the snow cover in the vicinity of TPP-3 of Karaganda and others thermal power plants

Параметры	Теплоэлектростанция				
	ТЭЦ-3 г. Караганда	ТЭЦ г. Павлодар [10]	ГРЭС-2 г. Томск [25]	ТЭЦ-2 г. Новосибирск [27]	ТЭЦ-5 г. Омск [26]
P_n	157-1446	338	73-8	118	132-267,3
Используемое сырье	уголь, мазут	уголь	уголь, газ	уголь, мазут	уголь, мазут, газ

В пробах было определено, что Sb ($K_c=35...6,6$), а также Ba, Hg, Zn, Cr, Co, As ($K_c=1...35$) составляют группу элементов с высоким накоплением элементов по средним значениям коэффициентов концентрации. Максимальные накопления Sb ($K_c=35...25,04$) были определены в пробах, отобранных в ближней зоне воздействия ТЭЦ-3 в северо-восточном, северном, юго-восточном, южном направлениях от ТЭЦ-3, также выявлено повышенное накопление Ba ($K_c=21...16,51$), Hg ($K_c=26...12$), Zn ($K_c=4,77...3,71$), Cr ($K_c=6$), Co ($K_c=4$), As ($K_c=3,30$). В пробах, отобранных в жилой зоне г. Караганды на расстоянии 2,5 км на юг от ТЭЦ-3, было определено высокое накопление Ba ($K_c=16,51$), Sb ($K_c=13,81$), Hg ($K_c=7$). В пос. Доскей (Победа) определено повышенное относительно кларка ноосферы содержания Ba ($K_c=16,17$), Sb ($K_c=6,61$), Hg ($K_c=5$), As ($K_c=3,08$) и Zn ($K_c=3,71$).

Специфика твердой фазы снега, выявленная по данным геохимического ряда ассоциации элементов (таблица 2), отражает геохимическую специализацию используемых на ТЭЦ-3 углей Экибастузского бассейна и растопочного сырья – мазута [25]. Таким образом, полученные результаты позволяют сделать предположить поступлении данных химических элементов в атмосферный воздух, далее в снеговой покров в жилой зоне города и в окрестностях ТЭЦ-3 с выбросами от сжигания угля и мазута.

Таблица 2 – Геохимическая характеристика твердой фазы снегового покрова в окрестностях ТЭЦ-3, в жилом районе и в пос. Доскей (Победа)

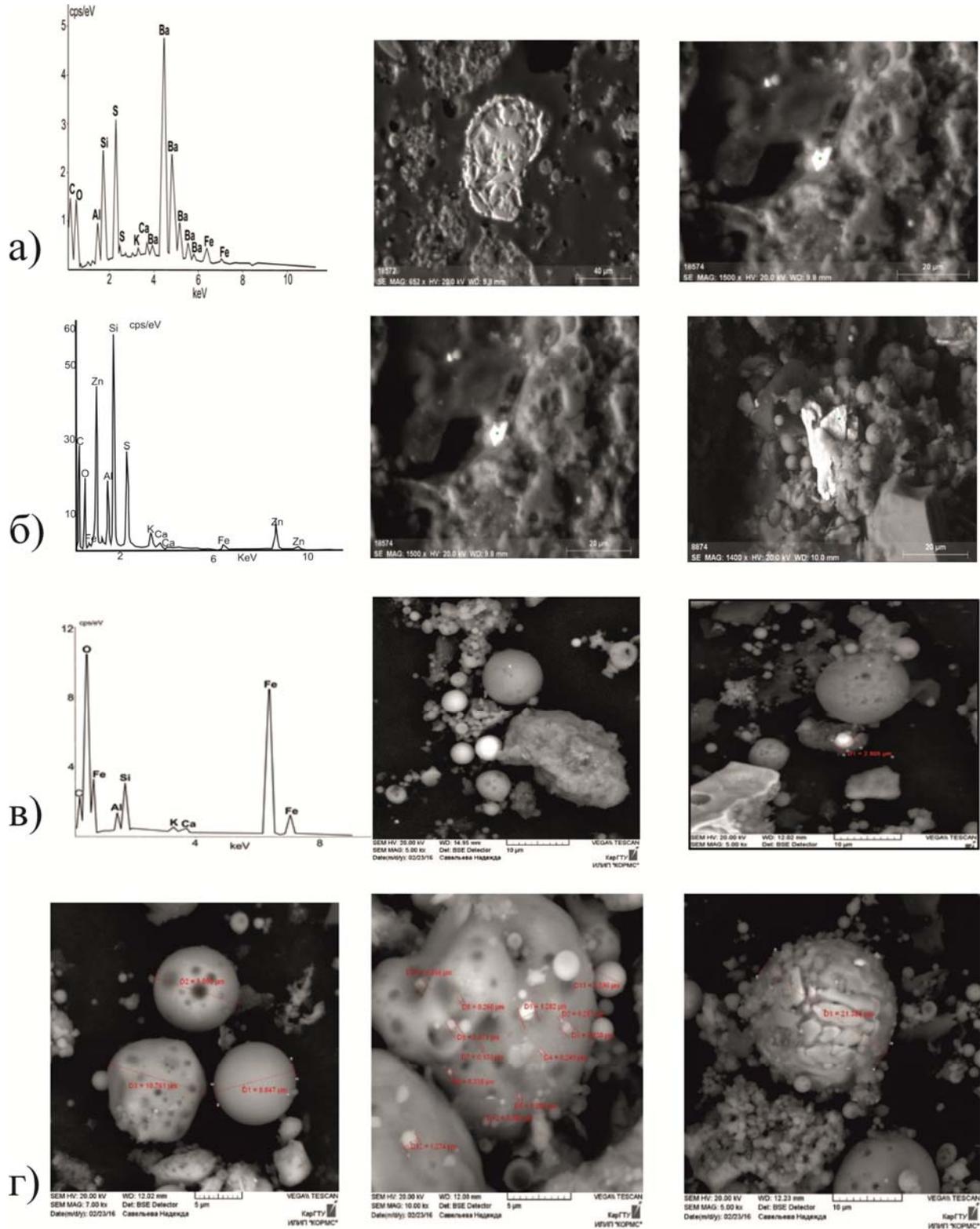
Table 2 – Geochemical characteristics of the solid phase of the snow cover in the vicinity of TPP-3, in the residential area and in the village. Doskey (Pobeda)

Направление	Средние значения коэффициента концентрации (Kc)			Z _{СПЗ}
	более 10	10..3	3..1	
Северо-Восток	Sb ₃₅ -Ba ₂₁ - Hg ₂₆ -Zn ₁₇	Cr ₆ -Co ₄ - As _{3,30}	Sr _{1,07} -Nd _{1,5} -Lu _{1,17} -Ca _{1,39} -Ce _{1,53} -La _{1,67} -Fe _{1,68} -Sc _{1,68} - Tb _{1,77} -Yb _{1,81} -Hf _{1,89} -U _{1,91} -Eu _{2,13}	111
Восток	Hg ₂₂ - Ba _{17,25}	Sb _{9,60} -Zn _{4,77}	Lu _{1,03} -Sr _{1,08} -Ca _{1,09} -Fe _{1,18} -U _{1,24} -Sm _{1,22} -Nd _{1,46} - Tb _{1,57} -Cr _{1,63} - Tb _{1,74} -Ce _{1,75} -La _{1,97} Sc _{2,06} - Eu _{2,07} - Hf _{2,02} -As _{3,02}	64
Юго-Восток	Sb _{22,44} -Hg ₁₃ -Ba _{14,72}	–	Fe _{1,06} -Ca _{1,11} -Co _{1,12} -Sm _{1,15} -Nd _{1,30} -Tb _{1,49} -Yb _{1,49} - Eu _{1,60} - Ce _{1,63} - Sc _{1,78} - La _{1,92} -Hf _{1,92} -Zn _{2,32} -As _{2,97}	65
Юг	Sb _{20,96} - Hg ₁₆ - Ba _{15,56}	–	Co _{1,00} -U _{1,08} -Tb _{1,24} -Nd _{1,49} -Yb _{1,54} -Ce _{1,56} -Sc _{1,78} - La _{1,85} -Hf _{1,94} -Sn _{2,17} -As _{2,60}	62
Юго-Запад	Sb _{17,65} -Hg ₁₆ - Ba _{13,45}	–	Nd _{1,04} -Sm _{1,05} -Tb _{1,20} -Yb _{1,43} -Ce _{1,50} -La _{1,68} - Hf _{1,80} -Zn _{2,04} -As _{2,96}	57
Север	Sb _{25,04} -Ba _{16,51} - Hg ₁₂	–	U _{1,04} -Sm _{1,04} -Sr _{1,10} -Tb _{1,18} -Nd _{1,29} -Ca _{1,38} -Ce _{1,39} - Fe _{1,44} -Yb _{1,47} -La _{1,60} -Sc _{1,82} -Eu _{1,89} -Co _{2,15} -Cr _{2,17} -As _{3,11}	79
Жилая зона г. Караганды, 2,5 км на юг	Ba _{16,17} -Sb _{13,82}	Hg ₇	Zn _{7,00} -As _{2,46} -Co _{2,03} -Sc _{1,99} -Cr _{1,94} -La _{1,72} -Eu _{1,90} -Hf _{1,70} - Ca _{1,65} -Ce _{1,46} -Fe _{1,46} -Yb _{1,43} -Nd _{1,26} -Sr _{1,09} -Tb _{1,04} -Sm _{1,02}	72
Пос. Доскей (Победа), 10 км на юг	Ba _{19,31}	Hg ₅ -Sb _{6,61} - Zn _{3,71} -As _{3,08}	La _{2,50} -Eu _{2,41} -Ce _{2,15} -Co _{2,19} -Hf _{1,94} -Nd _{1,84} -Sc _{1,81} -Tb _{1,81} - Yb _{1,80} -Cr _{1,67} -U _{1,60} -Sm _{1,47} -Fe _{1,46} -Sr _{1,04} -Lu _{1,00}	68

Выше перечисленные химические элементы типичны для компонентов природной среды в окрестностях угольных теплоэлектростанций. Результаты исследования твердой фазы снегового покрова хорошо согласуются с данными по изучению элементного состава снегового покрова в окрестностях теплоэлектростанции г. Томска [4,25], Омска [26], Новосибирска [27], Кызыла [21] и Благовещенска [28]. В данных работах также было определено высокое содержание U, редкоземельных элементов, Cu, Cd, Zn в снеговом покрове из окрестностей теплоэнергетических объектов.

Суммарный показатель загрязнения (СПЗ) составляет в среднем 72, что соответствует среднему уровню загрязнения и умеренно опасной для здоровья человека экологической ситуации [29-31] ($Z_c=64...128$). Расчеты суммарного показателя загрязнения (СПЗ) показывают, что низкая степень загрязнения в соответствии с нормативной градацией [16], приходится на юго-западное и восточное направления, СПЗ от 57 до 62 соответственно. Остальные изученные направления северо-восточное (СПЗ=111), юго-восточное (СПЗ=65), южное (СПЗ=64), северное (СПЗ=79), жилая зона (СПЗ=72), пос. Доскей (Победа) (СПЗ=68) по величине СПЗ характеризуются средней степенью загрязнения атмосферы.

Максимальные значения среднесуточного притока химических элементов из атмосферы на снеговой покров наблюдаются в ближней зоне воздействия ТЭЦ-3 по всем направлениям. Повышенные значения данных величин также зафиксировано в северо-восточном направлении, согласно преобладающему направлению ветра. Это связано с высокими значениями величины пылевой нагрузки в этих точках отбора проб и повышенным содержанием элементов в данных пробах относительно содержания в других отобранных пробах. В тоже время в дальней зоне воздействия ТЭЦ-3 в юго-западном, юго-восточном и южном направлении отмечается снижение величины среднесуточного притока химических элементов по мере удаления от ТЭЦ-3. Наименьшее значение данных величин отмечено в жилой зоне г. Караганды, на расстоянии 2,5 км на юг, и в пос. Доскей, на расстоянии 10 км на юг от ТЭЦ-3.



Некоторые металлосодержащие и алюмосиликатные частицы в пробах твердой фазы снегового покрова в окрестностях ТЭЦ-3 по данным СЭМ (а – сульфат Ba, б – сульфид Zn; сферические техногенные образования: в – пористые и гладкие Fe-содержащие сферулы, г – Al-Si пористые сферулы)

The material composition of the insoluble phase of the snow cover in the vicinity of TPP-3 studied with the help of SEM (a – barite, б – sphalerite, spherical technogenic formations: в – porous and smooth Fe spherules, г – Al-Si porous, inhomogeneous spherules)

По результатам корреляционного анализа в пробах были выявлены коэффициенты корреляции (r) между некоторыми парами элементов ($r >$ от 0,82 до 0,95.), что свидетельствует о сильной взаимосвязи этих элементов и свидетельствует об едином источнике поступления элементов. Например, элементы Fe и Cr образует сильные связи с Na (0,88), Co (0,95), Sn (0,95) и с La (0,88). Следует отметить, что сильные связи также наблюдаются Nd с La (0,82), Th с Yb (0,87), Th с Ce (0,86), Hg с Lu (0,86), Ce с La (0,88). Обращает на себя внимание сильная отрицательная связь между Vg и Na, что может свидетельствовать о разных источниках их поступления.

Изучение проб, отобранных в окрестностях ТЭЦ-3, с помощью СЭМ позволило выявить в них некоторые формы нахождения химических элементов в нерастворимой фазе снегового покрова в окрестностях ТЭЦ-3 (рисунок, а,б,в,г). В пробах были обнаружены частицы Sn, Pb, Fe с S, Fe с O, сульфиды Zn, обнаружены алюмосиликатные и железистые микросферулы. Выявлены сульфаты Ba, вероятно представляют собой барит. Стоит отметить что Al-Si сферулы являются типичными частицами в выбросах угольных теплоэлектростанций. Выявленные металлсодержащие фазы возможно использовать как индикаторные для твердой фазы снегового покрова в окрестности ТЭЦ-3.

Барий присутствует в составе золы углей в карбонатной и сульфидной формах, за счет этого, мелкодисперсные частицы в выбросах теплоэлектростанций обогащены барием [2].

Образование алюмосиликатных микросферул происходит в результате плавления минеральных компонентов при сжигании углей, их непосредственная миграция в газовом потоке и их раздува за счет захваченных газовых включений [11-13].

Размеры алюмосиликатных микросферул в нерастворимой фазе снегового покрова в окрестностях ТЭЦ-3 имеют размеры от 0,17 до 32 мкм.

По своей морфологии, характеру поверхности, данные микросферулы соответствуют типичным алюмосиликатным микросферулам в составе угольных выбросов от ТЭЦ [2].

Они могут переноситься воздушными массами на большие расстояния и зависят от высоты источника выбросов. При высоте 20 м и более 100 м перенос выше упомянутых частиц может мигрировать от 10 до 60 км соответственно. Гладкие сферулы были сформированы при высокой температуре полного сгорания угля или жидкого топлива (мазута). Пористые сферулы образовались при низких температурах (700-750 °С) неполного сгорания угля или жидкого топлива (мазута) [21, 23].

По данным исследований [4,25] в пробах твердого осадка снега в зоне воздействия Томской ГРЭС-2 присутствуют алюмосиликатные микросферулы (их часто называют «сферы горения») и металлические микросферулы. По результатам изучения минерального состава и определения типов техногенных фаз в твердых частицах снега в зоне влияния теплоэлектростанции ТЭЦ-5 г. Омска, так же были обнаружены аналогичные микросферулы [26].

Многолетние исследования в области медицины доказали, что частицы угольной пыли вызывают массовую гибель легочных макрофагов, а сажа способствует учащению катаральных изменений носоглотки. Установлены прямые связи между высокими концентрациями угольных частиц в воздухе с хроническим бронхитом, а также с аллергическим ринитом [29, 30]. Загрязнение атмосферного воздуха города выбросами ТЭЦ в первую очередь сказывается на здоровье детского организма в силу интенсивности у детей обменных процессов, несовершенства гомеостаза и неустойчивости иммунитета [31]. Крупные частицы аэрозоля задерживаются кожей и слизистой оболочкой верхних дыхательных путей. Частицы с размерами ~10 мкм проникают в альвеолы, растворимые частицы аэрозоля через легочные альвеолы попадают в кровь и легочную жидкость, циркулируя вместе с ними. Они могут переноситься к различным органам, при этом часть из них может быть удалена органами выделения, а часть, накапливаясь в том или ином органе, может достичь токсичных концентраций. К наиболее опасной фракции относятся частицы размером 0,3–0,5 мкм. Поступление вредных веществ в организм человека через органы дыхания хорошо изучено [29].

Заключение. В результате проведенной оценки уровня аэротехногенного загрязнения в окрестностях ТЭЦ-3 г. Караганды по данным изучения микроэлементного состава нерастворимой фазы снегового покрова можно сделать следующие выводы.

1. Согласно нормативной градации определен очень высокий уровень пылевого загрязнения. У населения, проживающего вблизи ТЭЦ-3 могут увеличиться хронические заболевания органов

дыхания. По мере удаления от ТЭЦ-3 величина пылевой нагрузки имеет тенденцию к уменьшению во всех изучаемых направлениях.

2. Наибольшая величина пылевой нагрузки и среднесуточного притока химических элементов на снеговой покров приходится на ближнюю зону (0,5-0,6 км) воздействия ТЭЦ-3. Это связано с тем, что более крупные пылевые частицы осаждаются возле источника загрязнения, а более мелкие переносятся воздушными потоками на дальнейшее расстояние. Кроме того, известен эффект вымывания ледяной крупой пылевых выбросов теплоэлектростанций что обуславливает их осаждение вблизи источника. Так же возможен ветровой перенос от складов углей или во время разгрузки угля.

3. Анализ данных показал, что наиболее вероятными элементами-индикаторами в твердой фазе снегового покрова, представляющими особую экологическую опасность, в окрестностях ТЭЦ-3 являются Sb, Ba, Hg, Zn, Cr, Co, As. Выявленные элементы-индикаторы с высокой долей вероятности отражают геохимическую специализацию используемого топлива и зольного уноса, а также особенности сгорания топлива.

4. Выявлены Al-Si и Fe содержащие сферулы в пробах, составляющие класс крупных (размер до 32 мкм) и мелких частиц (размер менее 1 мкм), способных проникать в респираторные органы людей. Согласно литературному обзору о зависимости заболеваемости, состава и размера пылевых частиц люди, проживающие в изучаемом районе, могут страдать заболеваниями органов дыхания.

5. Степень обогащения твердой фазы снегового покрова, которая оценивается суммарным показателем загрязнения, в среднем составляет $Z_c=72$, что соответствует среднему уровню загрязнения и умеренно опасной для здоровья человека экологической ситуации.

6. Полученные данные могут быть использованы для оценки риска здоровью населения, проживающего в окрестностях ТЭЦ-3.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Kim E., Hopke P.K., Edgerton E.S. Source identification of Atlanta aerosol by positive matrix factorization // Journal of the Air and Waste Management Association. – 2003. – Vol. 53. – P. 731-739.
- [2] Аэрозоли Сибири / [И.С. Андреева и др.]; отв. ред. К.П. Куценогий; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Институт химической кинетики и горения [и др.]. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2006. – 548 с.
- [3] Таловская А.В. Геохимическая характеристика пылевых атмосферных выпадений на территории г. Томска // Оптика атмосферы и океана. – 2010. – Т. 23, № 6. – С. 519-524.
- [4] Ардаков Г.Н. Использование снежного покрова в городах для оценки их влияния на окружающую природную среду: Автореф. дис. ... канд. тех. наук. – Самара, 2004. – 21 с.
- [5] Битюкова В.Р., Касимов Н.С., Власов Д.В. Экологический портрет российских городов // Экология и промышленность России. – 2011. – № 4. – С. 12.
- [6] Валетдинов А.Р. Технология комплексной оценки влияния промышленных объектов на загрязненность тяжелыми металлами природных сред по результатам мониторинга снежного покрова: Автореф. дис.... канд. тех. наук. – Казань, 2006. – 19 с.
- [7] Воронцова А.В., Зарина Л.М., Тимиргалеев А.И. Мониторинг поведения тяжелых металлов в снежном покрове урбанизированных территорий // Геология в школе и вузе: Геология и цивилизация: Мат. международн. конф. – СПб., 2007. – С. 90-94.
- [8] Методические рекомендации по организации мониторинга источников антропогенного воздействия на окружающую среду в составе производственного экологического контроля. – Пермь, 2006. – 31 с.
- [9] Панин М.С. Химические элементы в пылевых выбросах Усть-Каменогорского металлургического предприятия ОАО «Казцинк» Республики Казахстан / М.С. Панин // VI Международная научно-практическая конференция «Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде». – Семей, 2010. – С. 144-146.
- [10] Ажаев Г.С. Оценка экологического состояния г. Павлодара по данным геохимического изучения жидких и пылевых атмосферных выпадений: Автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук. – Томск, 2007. – 25 с.
- [11] Dai S., Li D., Chou C.L., Zhao L., Zhang Y., Ren D., Ma Y., Sun Z., Radmacher W., Mohrhauer P. Die direkte Bestimmung des Miner Y. Mineralogy and geochemistry of boehmite-rich coals: New in- alstoff – gehalters von steinkohlen // Brennstoff – Chemie, 1955.sights from the Haerwusu Surface Mine, Jungar Coalfield, Inner. – Vol. 36, N 15-16. – P. 236-239. Mongolia, China // Int. J. Coal Geol. – 2008. – Vol. 74, N 3-4.
- [12] Кизильштейн Л.Я. Алюмосиликатные микросферы золы пылеугольного сжигания углей / Л.Я. Кизильштейн, А.Л. Шпицглюз, В.Г. Рылов // Химия твердого топлива. – 1987. – № 6. – С. 122-126.
- [13] Кизильштейн Л.Я. Магнетитовые микрошарики из золы-уноса пыле-угольного сжигания углей на ТЭС / Л.Я. Кизильштейн, А.С. Калашников // Химия твердого топлива. – 1991. – № 6. – С. 128-134.
- [14] Электронный ресурс. Энергопроизводящее предприятие ТЭЦ-3 АО «Караганда Энергоцентр». URL:<http://histoprudov.livejournal.com/130638.html?thread=11383118> (дата обращения 15.03.2014)

- [15] Назаров И.М. Использование сетевых снеговосъемок для изучения загрязнения снежного покрова / И.М. Назаров, Ш.Д. Фридман, О.С. Ренне // Метеорология и гидрология. – 1978. – № 7. – С. 74-78.
- [16] Сает Ю. Е., Ревич Б. А., Янин Е. П., Смирнова Р. С., Башаркевич И. Л., Онищенко Т. Л., Павлова Л. Н., Трефилова Н. Я., Ачкасов А. И., Саркисян С. Ш. / Геохимия окружающей среды. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
- [17] Василенко В.Н., Назаров И.М., Фридман Ш.Д. Мониторинг загрязнения снежного покрова. – Л.: Гидрометеоздат, 1985. – 182 с.
- [18] Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186 № 2932 83. – М.: Госкомгидромет, 1991. – 693 с
- [19] Пат. 2229737 Россия, МПК⁷ G 01 V 9/00. Способ определения загрязненности снегового покрова техногенными компонентами/Язиков Е.Г., Шатилов А.Ю., Таловская А.В.; заявитель и патентообладатель. Томский политехн. ун-т. – № 2002127851; заявл. 17.10.2002; опубл. 27.05.2004.
- [20] Глазовский Н.Ф. Техногенные потоки вещества в биосфере // Добыча полезных ископаемых и геохимия природных экосистем. – М.: Наука, 1982. – С. 86-95.
- [21] Беляев С.П., Бесчастнов С.П., Хомушка Г.М., Моршина Т.И., Шилина А.И. Некоторые закономерности загрязнения природной среды продуктами сгорания каменного угля на примере г. Кызыла // Метеорология и гидрология. – 1997. – № 12. – С. 54-63.
- [22] Рапута, В.Ф. Модели реконструкции полей длительных выпадений аэрозольных примесей / В. Ф. Рапута // Оптика атмосферы и океана. – 2007. – Т. 20, № 6. – С. 506- 511.
- [23] Твердые фазы аэрозолей в природно-технических системах городов Прибайкалья / В.А. Скворцов, Н.В. Федорова, В.П. Рогова, Д.А. Чурсин // Геоэкология. – 2011. – № 1. – С. 31-39.
- [24] Таловская А.В., Язиков Е.Г., Филимоненко Е.А. Оценка загрязнения атмосферного воздуха урбанизированных районов томской области по данным изучения снегового покрова // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геоэкология. – 2014. – № 5. – С. 408-417.
- [25] Калинина, С. Ю. Поиск рационального использования экибастузских углей [Электронный ресурс] / С. Ю. Калинина, С. И. Арбузов, С. Г. Маслов // Материалы II Международной Казахстанско-Российской конференции по химии и химической технологии, посвященной 40-летию КарГУ имени академика Е. А. Букетова, 28 февраля – 2 марта 2012 г., Караганда: в 2 т. / Карагандинский государственный университет; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ); Институт химических наук им. А. Б. Бектурова. – 2012. – Т. 2. – С. 26-29.
- [26] Talovskaya, A.V., Raputa, V.F., Litay, V.V., Yazikov, E.G., Yaroslavtseva, T.V., Mikhailova, K.Y., Parygina, I.A., Lonchakova, A.D., Tretykova, M.I. Dust pollution of the atmosphere in the vicinity of coal-fired power plant (Omsk City, Russia) // Proceedings of SPIE. – 2015. – Vol. 9680: Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics. – [96804X, 6 p.].
- [27] Артамонова С.Ю. Минерально-геохимические индикаторы техногенных источников аэрозольного загрязнения / С. Ю. Артамонова, А. С. Лапухов, Л. В. Мирошниченко и др // Химия в интересах устойчивого развития. – 2007. – Т. 15, № 6. – С. 643-652.
- [28] Macrocomponent composition of snow cover of Blagoveshchensk city / В. И. Радомская, Д. В. Юсупов, Л. М. Павлова // Вода: химия и экология. – 2014. – № 8 (74). – С. 95-103.
- [29] Воробьева А.И., Медведев М.А., Волкотруб Л.П., Васильев Н.В. Атмосферные загрязнения Томска и их влияние на здоровье населения. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1992. – 192 с.
- [30] Влияние качества воздушной среды на здоровье человека [в Тюмени] / Н. А. Мякишева // Роль социальных, медико-биологических и гигиенических факторов в формировании здоровья населения: сб. ст. IV всерос. науч.-практ. конф. (сент. 2006 г.). – Пенза, 2006. – С. 58-60
- [31] Габитов Н.Г. Гигиеническая оценка загрязнения окружающей среды и состояния здоровья населения города с крупным промышленным комплексом: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Казань: КГМА, 1996. – 18 с.
- [32] Юдович Я.Э. Кетрис М.П. Токсичные элементы примеси в ископаемых углях. – Екатеринбург: УрО РАН, 2005. – 656 с.

REFERENCES

- [1] Kim E., Hopke P.K., Edgerton E.S. Source identification of Atlanta aerosol by positive matrix factorization // Journal of the Air and Waste Management Association. **2003**. Vol. 53. P. 731-739. (in Eng.).
- [2] Aerosols of Siberia / [I.S. Andreeva et al.]; Otv. Ed. K.P. Kuchenogy; Ros. Acad. Sciences, Sib. Institute of Chemical Kinetics and Combustion [et al.]. Novosibirsk: Publishing house of the SB RAS, **2006**. 548 p. (in Russ.).
- [3] Talovskaya A.V. Geochemical characteristics of dusty atmospheric deposition in the territory of Tomsk // Optics of the Atmosphere and the Ocean, **2010**. Vol. 23, N 6. P. 519-524. (in Russ.).
- [4] Ardakov G.N. The use of snow cover in cities to assess their impact on the natural environment: the author's abstract. Dis. ... cand. those. sciences. Samara, **2004** (in Russ.).
- [5] Bitukova VR, Kasimov NS, Vlasov DV Ecological portrait of Russian cities // Ecology and industry of Russia. **2011**. N 4. 12 p. (in Russ.).
- [6] Valetdinov A. Technology of integrated assessment of the influence of industrial facilities on pollution by heavy metals of natural environments according to the results of snow cover monitoring: author's abstract. Dis. cand. those. sciences. Kazan, **2006**. 19 p. (in Russ.).
- [7] Vorontsova AV, Zarina LM, Timirgaleev AI Monitoring of the behavior of heavy metals in the snow cover of urbanized areas // Geology in school and university: Geology and Civilization: Mat. Internationally. Conf. St. Petersburg, **2007**. P. 90-94 (in Russ.).
- [8] Methodological recommendations for monitoring the sources of anthropogenic impact on the environment as part of industrial environmental monitoring. Perm, **2006**. P. 31-46 (in Russ.).

[9] Panin M.S. Chemical elements in dust emissions of the Ust-Kamenogorsk metallurgical enterprise JSC Kazzinc of the Republic of Kazakhstan / MS. Panin // VI International Scientific and Practical Conference "Heavy Metals and Radionuclides in the Environment". Semey, **2010**. P. 144-146 (in Russ.).

[10] Azhayevev GS Assessment of the ecological state of Pavlodar city according to the data of geochemical study of liquid and field atmospheric atmospheric deposition: Abstract of the dissertation. Diskand. geol.-miner. sciences. Tomsk, **2007**. 25 p. (in Russ.).

[11] Dai S., Li D., Chou C.L., Zhao L., Zhang Y. Ren D., Ma Y., Sun Z. Radmacher W, Mohrhauer P. Die direkte Bestimmung des Miner Y. Mineralogy and geochemistry of boehmite-rich coals: New in- alstoff – gehalters von steinkohlen // Brennstoff – Chemie, 1955.sights from the Haerwusu Surface Mine, Jungar Coalfield, Inner. Vol. 36, N 15-16. P. 236-239. Mongolia, China // Int. J. Coal Geol. **2008**. Vol. 74, N 3-4 (in Eng.)

[12] Kizilstein L.Y. Aluminosilicate microspheres of ash of coal-dust coal combustion / L.Ya. Kizilstein, A.L. Spitsgluz, V.G. Rylov // Chemistry of solid fuels. **1987**. N 6. P. 122-126 (in Russ.).

[13] Kizilstein L.Y. Magnetite microspheres from fly ash of coal-dust coal combustion at TPP / L.Ya. Kizilstein, A.S. Kalandashnikov // Chemistry of Solid Fuel. **1991**. N 6. P. 128-134 (in Russ.).

[14] Electronic resource. Energy-producing enterprise of CHPP-3 of JSC "Karaganda Energocenter". URL: <http://chistoprudov.livejournal.com/130638.html?Thread=11383118> (circulation date 15.03.2014) (in Russ.).

[15] Nazarov I. Use of network snow surveys to study snow cover contamination / IM. Nazarov, Sh.D. Friedman, O.S. Renne // Meteorology and hydrology. **1978**. N 7. P. 74-78 (in Russ.).

[16] Saet Yu.E., Revich BA, Yanin EP, Smirnova RS, Basharkevich IL, Onishchenko TL, Pavlova LN, Trefilova N.Ya., Achkasov AI, Sarkisyan S.Sh. / Geochemistry of the environment. M.: Nedra, **1990**. 335 p. (in Russ.).

[17] Vasilenko VN, Nazarov IM, Fridman Sh.D. Monitoring of snow cover contamination. L.: Gidrometeoizdat, **1985**. 182 p. (in Russ.).

[18] Guidelines for the control of atmospheric pollution. RD 52.04.186 N 2932 83. M.: Goskomgidromet, **1991**. 693 p. (in Russ.).

[19] Pat. 2229737 Russia, IPC7 G 01 V 9/00. A method for determining contamination of snow cover by technogenic components / Yazikov EG, Shatilov A.Yu., Talovskaya AV; The applicant and the patent owner. Tomsk Polytechnic Institute. Un-t. N 2002127851; Claimed. 17.10.2002; Publ. 27.05.2004 (in Russ.).

[20] Glazovsky N. Technogenic flows of matter in the biosphere // Extraction of minerals and geochemistry of natural ecosystems. M.: Nauka, **1982**. P. 86-95 (in Russ.).

[21] Belyaev SP, Beschastnov SP, Khomushku GM, Morshina TI, Shilina AI Some regularities of pollution of the natural environment by combustion products of coal on the example of Kyzyl town // Meteorology and hydrology. **1997**. N 12. P. 54-63 (in Russ.).

[22] Raputa, VF Models for the reconstruction of fields of long-term deposition of aerosol impurities / VF Raputa // Optics of the Atmosphere and the Ocean. **2007**. Vol. 20, N 6. P. 506-511 (in Russ.).

[23] Solid phases of aerosols in the natural and technical systems of the cities of Pribaikalye / V.A. Skvortsov, N.V. Fedorova, V.P. Rogova, D.A. Chursin // Geoecology. **2011**. N 1. P. 31-39 (in Russ.).

[24] Talovskaya AV, Yazikov EG, Filimonenko EA Assessment of atmospheric air pollution in urban areas of the Tomsk region according to the study of snow cover // Geoecology. Engineering geology. Hydrogeology. Geocryology, **2014**. N 5. P. 408-417 (in Russ.).

[25] Kalinina, S.Yu. Search for the rational use of Ekibastuz coals / S. Yu. Kalinina, SI Arbutov, SG Maslov // Proceedings of the II International Kazakhstan-Russia Conference on Chemistry and Chemical Technology, Dedicated to the 40th anniversary of the University of Karelia named after academician EA Buketov, February 28 – March 2, **2012**, Karaganda: 2 vol. / Karaganda State University; National Research Tomsk Polytechnic University (TPU); Institute of chemical sciences A.B. Bekturov. 2012. Vol. 2. P. 26-29 (in Russ.).

[26] Talovskaya A.V., Raputa V.F., Litay V.V., Yazikov E.G., Yaroslavtseva T.V., Mikhailova K.Y., Parygina I.A., Lonchakova A.D., Tretykova M.I. Dust pollution of the atmosphere in the vicinity of coal-fired power plant (Omsk City, Russia) // Proceedings of SPIE. **2015**. Vol. 9680: Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics. 96804X, 6 p. (in Eng.).

[27] Artamonova S.Yu. Mineral-geochemical indicators of technogenic sources of aerosol pollution / S. Yu. Artamonova, AS Lapukhov, LV Miroshnichenko and others // Chemistry for Sustainable Development. **2007**. Vol. 15, N 6. P. 643-652 (in Russ.).

[28] Macrocomponent composition of snow cover of Blagoveshchensk city / VI Radomskaya, DV Yusupov, LM Pavlova // Water: chemistry and ecology. **2014**. N 8(74). P. 95-103 (in Russ.).

[29] Vorobyova AI, Medvedev MA, Volkotrub LP, Vasiliev NV Tomsk's atmospheric pollution and their impact on public health. Tomsk: Publishing house Tom. University, **1992**. 192 p. (in Russ.).

[30] The influence of air quality on human health [in Tyumen] / NA Myakisheva // The role of social, medical-biological and hygienic factors in the formation of public health: coll. Art. IV vseros. Scientific-practical. Conf. (September 2006). Penza, **2006**. P. 58-60 (in Russ.).

[31] Gabitov NG Hygienic assessment of environmental pollution and the state of health of the city's population with a large industrial complex. Author's abstract. Diss. to the soot. scientist. step. Cand. honey. Sciences. Kazan: KGMA, **1996**. 18 p. (in Russ.).

[32] Yudovich Ya.E. Ketris M.P. Toxic elements of the impurity in fossil coals. Ekaterinburg: UrB RAS, **2005**. 656 p. (in Russ.).

Т. Е. Адильбаева, А. В. Таловская, Е. Г. Язиков

Томск политехникалық университеті, Ресей

ҚАР ЖИНАУ НЕГІЗІНДЕ ҚАРАҒАНДЫ ҚАЛАСЫ ЖЫЛУ ЭЛЕКТР СТАНЦИЯСЫНЫҢ (ЖЭС-3) ТӨҢІРЕГІНДЕГІ АЭРОТЕХНОГЕНДІ ЛАСТАНУДЫ БАҒАЛАУ (ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ)

Аннотация. Жылу энергетикаларының лақтыру нысандары халықтың денсаулығы мен ауаның сапасына әсерін тигізетіні мәлім. Осы кәсіпорындардың қатты бөлшектерді лақтыру көлемін бағалау және олардың алыс жерге ұшып жетуі өте зор маңызға ие. Берілген мақалада қар жинау негізінде Қарағанды қаласы электр станциясының төңірегіндегі ауаның ластану дәрежесін бағалау нәтижелері көрсетілген.

Қардың қатты шөгінді құрамында техногенді түзілімдер табылғанын, сонымен қатар, зерттеліп жатқан территорияда қар жабынындағы шаңның атмосферадағы химиялық элементтер кешенімен ортатәуліктік түсу анықтамасы негізінде ауаның техногенді ластануы анықталды.

Жылу электр станциясының мұржасынан 0,5 км аралығында өте жоғары ластану дәрежесі анықталған. Жылу электр станциясынан 0,5-2,5 км алшақтаған сайын шаң-тозаң жүктеме шамасының кему тенденциясы айқандалды. Оның себебі ретінде жылу электр станциясының түтін жолында су буының қатып қалғандағы бөлшектер көлемі мен мұз жармасымен тым ұсақ бөлшектерді шаю процесстерімен байланысты болуы мүмкін. Ауыр металлдардың, сирек, жерсирек және радиоактивті элементтердің жиналу дәрежесі мәліметтері жиналып, сонымен қатар, қардың қатты фазасында бұл элементтер ассоциациясы бөлініп алынды. Қарға шөккен ауадағы қатты өлшенген бөлшектердің заттық құрамының зерттеуі, негізінде, олар жалпы дұрыс жанбаған Al-Si-микросферулалы, Fe-микросферулалы көмір бөлшектерін көрсетті.

Түйін сөздер: қар жамылғысы, атмосфераның ластануы, электр станциясы, микроэлементтер, техногендік қалыптастыру.

Адильбаева Тамара Ерлановна – аспирант 2-го года обучения Национального исследовательского Томского политехнического университета.

Таловская Анна Валерьевна – кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геоэкологии и геохимии Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета.

Язиков Егор Григорьевич – доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры геоэкологии и геохимии Института природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета.

**Publication Ethics and Publication Malpractice
in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

www.nauka-nanrk.kz

ISSN 2518-170X (Online), ISSN 2224-5278 (Print)

<http://geolog-technical.kz/index.php/kz/>

Верстка Д. Н. Калкабековой

Подписано в печать 11.07.2017.

Формат 70x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

18,2 п.л. Тираж 300. Заказ 4.