

УДК 551.510.42

ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

МАКАРОВА В. Н., к. т. н, доц.

Кафедра экологии и охраны окружающей среды, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 46-93-71, e-mail: boyikova@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-0575-2901

Аннотация. Постановка проблемы. Любые производственные процессы связаны с образованием отходов. Из года в год растущая масса отходов – один из главных факторов снижения качества окружающей среды и разрушения природных ландшафтов. Промышленное развитие неизбежно усиливает техногенную нагрузку на природную среду и нарушает экологический баланс [3]. Атмосферный воздух является жизненно важным элементом окружающей природной среды. Развитие промышленности, рост городов, увеличение количества транспорта, активное освоение околоземного пространства приводят к изменению газового состава атмосферы и нарушению её природного баланса. Качество воздуха влияет на здоровье населения [5]. Без воды или еды человек может обходиться некоторое время, но без воздуха он не может прожить и нескольких минут, поэтому сохранение атмосферного воздуха, пригодного для дыхания, является актуальной проблемой. **Цель статьи.** Результаты геоэкологических исследований однозначно свидетельствуют о том, что загрязнение приземного слоя атмосферы – самый мощный, постоянно действующий фактор влияния на человека, пищевую цепь и окружающую среду. Эта проблема получила свое отражение в научной литературе [2; 3; 6], а вторым весомым показателем экологического благополучия региона является количество образования и накопления отходов. По данному показателю Днепропетровская область находится в лидерах, поскольку относится к промышленно развитым регионам. Идея статьи состоит в том, чтобы рассмотреть загрязнение атмосферного воздуха городской среды в аспекте накопления отходов на территории предприятий, в частности, шлаковых отвалов металлургического производства. **Вывод.** Шлаковые отвалы, расположенные на территории предприятия, являются источником существенного загрязнения атмосферного воздуха урбанизированных территорий за счет перманентного характера распространения загрязнения. Отвал ПАО «Никопольский завод ферросплавов» является источником поступления марганца, цинка, никеля в атмосферу. На границе санитарно-защитной зоны (СЗЗ), на территории, прилегающей к отвалу ферросплавных шлаков, величина рассеивания марганца в атмосфере (без учета фона) при статическом хранении составляет 2,68 ПДК. Следовательно, концентрация марганца (без учета фона) на границе СЗЗ более чем в два раза превышает ПДК. Для уменьшения концентрации до нормативных значений предложена предельная масса накопления шлаков на отвале, которая составляет 936 287,6 т.

Ключевые слова: окружающая среда, техногенно-минеральные месторождения, шлак, шлаковый отвал, загрязнение воздуха

ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ

МАКАРОВА В. М., к. т. н, доц.

Кафедра екології та охорони навколишнього середовища, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 46-93-71, e-mail: boyikova@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-0575-2901

Анотація. Постановка проблеми. Будь-які виробничі процеси пов'язані з утворенням відходів. Із року в рік зростаюча маса відходів - один із головних факторів зниження якості навколишнього середовища і руйнування природних ландшафтів. Промисловий розвиток неминуче посилює техногенне навантаження на природне середовище та порушує екологічний баланс [3]. Атмосферне повітря - життєво важливий елемент навколишнього природного середовища. Розвиток промисловості, зростання міст, збільшення кількості транспорту, активне освоєння навколоземного простору викликають зміни газового складу атмосфери і порушення її природного балансу. Якість повітря впливає на здоров'я населення [5]. Без води або їжі людина може обходитися деякий час, але без повітря вона не може прожити і декількох хвилин, тому збереження атмосферного повітря, придатного для дихання, - актуальна проблема. **Мета статті.** Результати геологічних досліджень однозначно свідчать про те, що забруднення приземного шару атмосфери - найпотужніший, постійно діючий фактор впливу на людину, харчовий ланцюг і навколишнє середовище. Ця проблема отримала своє відображення в науковій літературі [2; 3; 6], а другий вагомий показник екологічного благополуччя регіону - це кількість утворених та накопичених відходів. За цим показником Дніпропетровська область перебуває в лідерах, оскільки належить до промислово розвинених регіонів. Ідея статті полягає в тому, щоб

розглянути забруднення атмосферного повітря міського середовища в аспекті накопичення відходів на території підприємств, зокрема, шлакових відвалів металургійного виробництва. **Висновок.** Шлакові відвали, розташовані на території підприємства, - джерела істотного забруднення атмосферного повітря урбанізованих територій за рахунок перманентного характеру поширення забруднення. Відвал ПАТ «Нікопольський завод феросплавів» є джерелом надходження марганцю, цинку, нікелю в атмосферу. На межі санітарно-захисної зони (СЗЗ), на території, прилеглий до відвалу феросплавних шлаків величина розсіювання марганцю в атмосфері (без урахування фону) в умовах статичного зберігання складає 2,68 ГДК. Отже, концентрація марганцю (без урахування фону) на межі СЗЗ більше ніж удвічі перевищує ГДК. Для зменшення концентрації до нормативних значень запропоновано граничну масу накопичення шлаків на відвалі, яка складає 936 287,6 т.

Ключові слова: навколишнє середовище, техногенно-мінеральні родовища, шлак, шлаковий відвал, забруднення повітря

AIR POLLUTION OF URBAN AREAS

MAKAROVA V. N. *Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.*

Department of Ecology and Environmental Protection, State Higher Education Establishment «Pridneprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, тел. +38 (0562) 46-93-71, e-mail: boyikova@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-0575-2901

Summary. Raising of problem. Any manufacturing processes related to the generation of waste. Year after year, a growing mass of waste is one of the main factors reducing the quality of the environment and destruction of natural landscapes. Industrial development inevitably enhances human impacts on the environment and disrupts the ecological balance [3]. Atmospher air is a vital element of the environment. The development of industry, the growth of cities, increasing the number of transport, active exploration of near-Earth space lead to a change in the gas composition of the atmosphere and disruption of its natural balance. Air quality affects the health of the population [5]. Without water or food a person can do for a while, but without air he can not live a few minutes, therefore saving air breathable is an urgent problem. **Purpose.** The results of geological studies clearly indicate that the contamination of the surface layer of the atmosphere is the most powerful permanent factor of influence on the human food chain and the environment. This problem was reflected in the scientific literature [2; 3; 6], and the second significant indicator of ecological well-being of the region is the number of generation and accumulation of waste. According to this indicator, Dnipropetrovsk region is in the lead, as relates to the industrialized regions. The idea of the article is to consider the air pollution of the urban environment in terms of the accumulation of waste in the territory of enterprises, in particular slag dumps metallurgical production. **Conclusion.** Slag dumps located on the premises are a significant source of air pollution urbanized areas due to the permanent nature of the spread of contamination. Slag dump of PAT "Nikopol Ferroalloy Plant" is a source of manganese, zinc, nickel emissions. As a conclusion about the magnitude of pollution of the atmospheric boundary layer can say the following: on the border of the sanitary protection zone (SPZ), in the area adjacent to the dump ferroalloy slag magnitude of dispersion of manganese in the atmosphere (without the background) with static storage is 2.68 maximum allowable concentration. Consequently, the concentration of manganese (excluding the background) on the boundary SPZ more than 2 times the maximum allowable concentration. In order to reduce the concentration to the specification value proposed limiting mass accumulation of slag on the heap, which is 936 287.6 tonnes.

Keywords: *environment, technogenic mineral deposits, slag, slag dump, air pollution*

Постановка проблеми. Промышленное развитие неизбежно усиливает техногенную нагрузку на природную среду и нарушает экологический баланс [3]. Атмосферный воздух является жизненно важным элементом окружающей природной среды. Развитие промышленности, рост городов, увеличение количества транспорта, активное освоение околоземного пространства приводят к изменению газового состава атмосферы и нарушению её природного баланса. Без воды или еды человек может обходиться некоторое время, но без воздуха он не проживет и нескольких минут, поэтому сохранение атмосферного

воздуха, пригодного для дыхания, является актуальной проблемой. Качество воздуха влияет на здоровье населения [17].

Зачастую в литературных источниках при рассмотрении проблемы загрязнения атмосферного воздуха на урбанизированных территориях в качестве источников загрязнения выделяют автомобильный транспорт и промышленные предприятия в целом. Если с проблемой загрязненного воздуха можно бороться за счет уменьшения мощностей производства или установкой дополнительного очистного оборудования, в силу ряда экономических причин происходит закрытие некоторых

предприятий, то с проблемой пыления действующего отвала бороться сложнее.

Цель статьи. Результаты геоэкологических исследований однозначно свидетельствуют о том, что загрязнение приземного слоя атмосферы – самый мощный, постоянно действующий фактор влияния на человека, пищевую цепь и окружающую среду. Эта проблема получила свое отражение в научной литературе [2; 3; 6], а вторым весомым показателем экологического благополучия региона является количество образованных и накопленных отходов. По данному показателю Днепропетровская область находится в лидерах, поскольку относится к промышленно развитым регионам.

Идея статьи состоит в том, чтобы рассмотреть загрязнение атмосферного воздуха городской среды в аспекте накопления отходов на территории предприятий, в частности, шлаковых отвалов металлургического производства.

Изложение основного материала. На территории Днепропетровской области размещены 465 предприятий, выбросы вредных веществ в атмосферу от которых в 2012 году составили 961,947 тыс. т. Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников загрязнения в регионе имеет тенденцию к снижению [6]. Данная тенденция связана с уменьшением работы промышленных предприятий и изменениями в технологических схемах производства. Пример такого явления - вывод из эксплуатации мартеновского производства на ОАО «Интерпайп Нижнеднепровский трубопрокатный завод», расположенного в г. Днепропетровск.

Накопленные в огромном количестве отходы, особенно шлаковые отвалы металлургического производства, продолжают интенсивно загрязнять атмосферный воздух за счет пыления.

В составе шлака находятся тяжелые металлы. Перечень тяжелых металлов в составе шлака ферросиликомарганца ПАО «Никопольский завод ферросплавов» представлен в таблице.

Изменение состояния компонентов окружающей природной среды в значительной степени зависит от продолжительности воздействия и наиболее интенсивно проявляется в пределах старых промышленных районов [4; 12].

Таблица
Класс опасности металлов, которые входят в состав шлака ферросиликомарганца

Тяжелые металлы	Zn	Ni	Co	Mn
Класс опасности	I	II	II	III

В большинстве случаев техногенно-минеральные месторождения (ТММ) сформированы без каких-либо предварительных инженерно-геологических исследований и мероприятий по устройству противодиффузионных экранов их оснований. Вследствие этого происходит миграция химических элементов и соединений за пределы ТММ в окружающую среду. ТММ как источник загрязнения окружающей среды характеризуются значительными концентрациями различных форм тяжелых металлов в своем составе и входят в число основных источников воздействия на окружающую природную среду. Они воздействуют на природные ресурсы – атмосферу, водные ресурсы и землю.

Воздействие на атмосферу ТММ происходит вследствие пыления их поверхности и может распространяться на значительные расстояния, начинаясь уже при малых скоростях ветра. Это характерно для сухих пляжей шламо- и хвостохранилищ, шлакоотвалов.

Шлаковый отвал как источник загрязнения воздушной среды урбанизированных территорий – это:

- стационарный площадный источник перманентного характера распространения загрязнения (пыление происходит вследствие пересыпки шлаков, а также при статическом хранении его на отвале);
- источник загрязнения техногенно трансформированными формами тяжелых металлов.

Крупнейшее предприятие по переработке марганцевого концентрата и производству ферросплавов находится в

г. Никополь Днепропетровской области. Расчет выбросов при статическом хранении шлаков проводился по методическому пособию [7] для шлакового отвала ПАО «Никопольский завод ферросплавов» (ПАО «НЗФ»), расположенного в 2,6 км севернее поселка Менжинское Днепропетровской области. Наибольшие значения показали расчеты по марганцу.

На рисунке 1 представлена карта рассеивания марганца (без учета фона) в приземном слое атмосферы на территории, прилегающей к отвалу марганецсодержащих шлаков, построенная с помощью программы ЭОЛ-Плюс, версия 5.23.

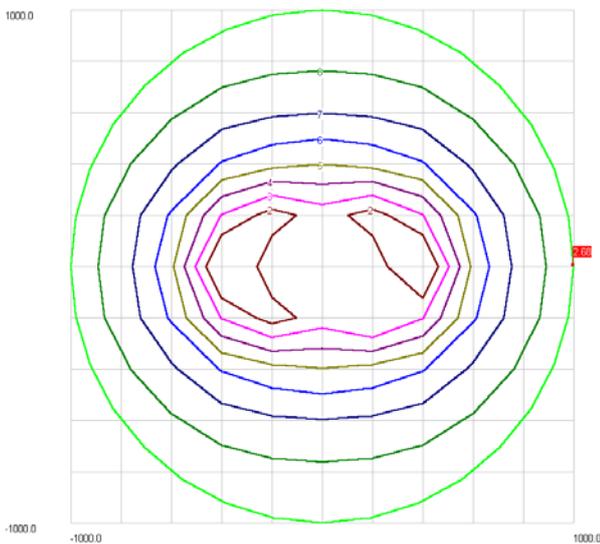


Рис. 1. Карта рассеивания марганца (без учета фона) при статическом хранении шлака, где указаны величины концентраций (ПДК) в соответствии с расчетом: 1 – 12,29; 2 – 11,01; 3 – 9,73; 4 – 8,46; 5 – 7,18; 6 – 5,90; 7 – 4,63; 8 – 3,35

Графически с помощью изолиний изображено распространение данного загрязнителя при статическом хранении шлаков на отвале. Изучению подлежала территория, простирающаяся на 1 000 м от отвала, что входит в пределы санитарно-защитной зоны (СЗЗ) предприятия.

Воздействие ТММ на земельные ресурсы можно рассматривать в двух аспектах. Первый составляет нарушение поверхности земли за счет образования техногенных рельефов, изъятие из хозяйственного оборота (отчуждение) ненарушенных территорий. Второй обусловлен механическим и химическим загрязнением земли, прилега-

ющей к техногенно измененным территориям – нарушение физико-механического состава и свойств почвенного покрова [4].

Цинк, попадающий в почву с отходами ферросплавного производства, очень мобилен [15]. Для почв с $pH > 6$, соответственно, для Северной степи Украины, особенно в присутствии фосфатов, подвижность цинка ввиду образования труднорастворимых соединений сильно снижается. Накоплению в почве способствуют процессы адсорбции в глинах и различных оксидных минералах, определяемые значениями pH [8].

Как отметил А. И. Перельман (1966), наблюдается общая закономерность – высокая концентрация тяжелых металлов в верхних 0–5 и 0–10 см до 30 см слоях почв. При этом наиболее высокая подвижность их характерна для 0–10 см слоя почвы, миграция тяжелых металлов происходит в основном в вертикальном направлении сверху вниз и ограничивается слоем в 30 см [11]. Низкая растворимость оксидов и гидроксидов тяжелых металлов наблюдается в почвах с нейтральной реакцией, что характерно для Северной степи Украины, поскольку значение pH чернозема обыкновенного малогумусного тяжелосуглинистого на лессе (зональной почвы для Северной степи Украины) составляет 6,75 [14].

За последние годы как для Украины, так и для остального постсоветского пространства характерным является снижение количества образовавшихся отходов, что связано с сокращением объемов промышленного производства, в частности, из-за экономического кризиса [13], однако накопленные объемы отходов промышленности оказывают существенное влияние на состояние окружающей среды Днепропетровщины.

Проведенный анализ величины шлаковых отвалов и интенсивности миграции загрязнителей свидетельствует, что уменьшение и полная ликвидация мест складирования отходов являются одними из самых важных задач охраны ОС.

По мнению зарубежных специалистов, переработка ферросплавных шлаков играет важную роль в снижении воздействия на

ОС, поскольку нагромождения шлаков занимают огромные пространства земли [16].

В условиях открытого хранения шлаки ферросплавного производства, выделяя в воздух аэрозольные частицы, вызывают повышение содержания в почвах и прилегающих водных объектах растворимых соединений таких ТМ как цинк, никель, кобальт, марганец, которые довольно интенсивно трансформируются в водорастворимые соединения [9].

Основным направлением в борьбе с загрязнениями ОС в районах размещения крупных промышленных предприятий является разработка мероприятий по комплексной переработке сырья с максимальным сокращением поступления производственных отходов в ОС, в частности, накопления шлаков на отвалах.

При разработке и внедрении приведенных выше мероприятий происходит:

- уменьшение загрязнения воздушного бассейна;
- замедление процессов вторичного загрязнения почв;
- экономия природных и финансовых ресурсов при производстве строительных материалов.

С водными потоками геохимически активные соединения марганца интенсивно мигрируют, но при смене теплового, окислительно-восстановительных режимов они осаждаются и аккумулируются в ландшафтах. Выветривание, переувлажнение, кислотно-анаэробное почвообразование способствуют постоянному пополнению подвижных соединений марганца [8].

Предельная масса накопления зачастую определяется для шламонакопителей в связи с учетом возможности фильтрации загрязненных вод и, как следствие, загрязнения значительного по толщине слоя почв, а также риска загрязнения грунтовых вод.

В целом для ТММ распространение гидрохимических потоков происходит в сторону понижения рельефа, и они в значительной мере являются причиной трансформации свойств почв. Агрессивность гидрогенных техногенных потоков способствует активизации миграционных процессов – пе-

реводу в подвижные формы и интенсивному выносу ряда химических элементов, особенно с переменной валентностью [4].

За счет осадков и снеготаяния происходит загрязнение поверхностного стока (рис. 2) [10]. В загрязненной почве происходят процессы деградации структуры.

С увеличением величины отвала соответственно происходит увеличение техногенного поступления аэрозолей и пыли, в состав которых входят ТМ, в частности, марганец. Таким образом происходит увеличение риска образования геохимических аномалий.

Негативное влияние ТММ на окружающую природную среду значительно снижается при их консервации путем рекультивации поверхности [4].

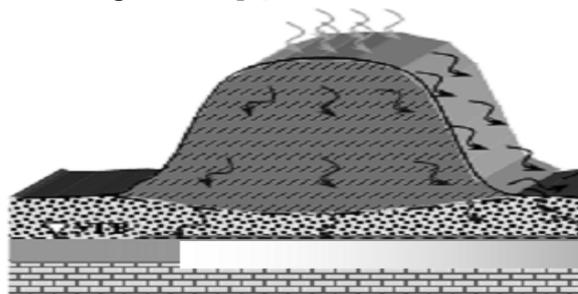


Рис. 2. Схема негативного воздействия техногенного массива на окружающую среду: – грунтовые воды, – поверхностные воды, – отходы, – породы зоны аэрации, – водовмещающие породы, – атмосферные воды, – воды поверхностного стока

Однако данное направление является актуальным лишь тогда, когда основания шлаковых отвалов оборудованы противofильтрационными экранами. В таком случае исключается попадание в ОС водорастворимых форм ТМ, входящих в состав ферросплавных шлаков.

При разработке мероприятий по минимизации воздействия возникает необходимость изучения влияния промышленных предприятий на содержание ТМ в почвах, которое зависит от дальности размещения предприятий от городской застройки, направления господствующих ветров, рельефа местности, высоты шлакового отвала, зачастую имеющего неправильную геометрическую и постоянно изменяющуюся форму.

Учесть все эти характеристики довольно сложно.

Поэтому наиболее оптимальным путем выхода из данной ситуации будет рекомендация оптимальной величины отвала или массы шлаков с последующей их утилизацией [5].

В. В. Драгобецкий (2009) предлагает учитывать граничный объем накопителя с учетом содержания токсичных компонентов в составе отходов [1] и на основании приведенных выше обоснований и формулы В. В. Драгобецкого аргументированным будет рекомендовать предельную массу накопления шлаков на отвале:

$$V = V_p + \frac{(C_a - C_\phi)}{C_{токс}} \cdot V_{cp},$$

где $C_{токс}$ – концентрация вещества в отходе, который поступает на отвал, мг/кг;

V_p – годовая масса отходов, которые поступают на отвал, т;

C_a – предельно допустимая концентрация токсичного загрязнителя, мг/кг;

C_ϕ – фоновая концентрация вещества в почве, мг/кг;

V_{cp} – среднегодовая масса отходов, которая поступала в отвал, т.

Марганецсодержащих шлаков ферросплавного производства ПАО «НЗФ» накоплено на отвале 8 242 073,36 т (по заводским данным) по состоянию на 2003 год.

Годовая масса отходов, поступающих на отвал, принималась исходя из объема образования марганецсодержащих шлаков за 2010 г.

Среднегодовая масса отходов, поступающая на отвал, рассчитывалась как среднее

значение исходя из таких величин как год основания предприятия и общая масса накопленных на отвале отходов.

Расчет фоновой концентрации вещества в почве проводился для цинка, поскольку содержание этого элемента нормируется для пищевых продуктов, а в непосредственной близости (за границей санитарно-защитной зоны) к отвалу располагаются сельскохозяйственные угодья.

Полученная рекомендуемая масса накопления шлаков на отвале составляет 936 287,6 т. Рекомендованная предельная масса накопления шлаков ферросплавного производства на отвале позволит снизить риск поступления загрязнителей в ОС, следовательно, уменьшит локальное загрязнение.

Вывод. Шлаковые отвалы, расположенные на территории предприятия, являются источником существенного загрязнения атмосферного воздуха урбанизированных территорий за счет перманентного характера распространения загрязнения. Отвал ПАО «Никопольский завод ферросплавов» (г. Никополь, Днепропетровская обл., Украина) является источником поступления марганца, цинка, никеля в атмосферу. На границе СЗЗ, на территории, прилегающей к отвалу ферросплавных шлаков, величина рассеивания марганца в атмосфере (без учета фона) при статическом хранении составляет 2,68 ПДК. Следовательно, концентрация марганца (без учета фона) на границе СЗЗ более чем в два раза превышает ПДК. Для уменьшения концентрации до нормативных значений предложена предельная масса накопления шлаков на отвале, которая составляет 936 287,6 т.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Визначення критеріїв впливу токсичних речовин промислових відходів із застосуванням методології екологічного ризику / Т. Ф. Козловська, І. П. Дейна, А. В. Ладигіна, В. В. Драгобецький // Екологічна безпека. – 2009. – № 1(5). – С. 26–29.
2. Ильченко В. М. Анализ показателей stanu екологічних систем дніпропетровського регіону / В. М. Ильченко, А. В. Шабала, Є. С. Сокальська // Молодий вчений. – 2014. – № 7(10). – С. 130–133.
3. Карпов В. С. Информационно-измерительная система мониторинга загрязнения приземного слоя атмосферы промышленно развитых регионов / В. С. Карпов, В. М. Панарин, А. А. Горюноква // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2012. – Вып. 2. – С. 83–91.

4. Макаров А. Б. Техногенно-минеральные месторождения и их экологическая роль / А. Б. Макаров, А. Г. Талалай // Литосфера. – 2012. – № 1. – С. 172–176.
5. Макарова В. Н. Утилизация техногенных отходов в промышленности строительных материалов / В. Н. Макарова, Л. С. Савин // Екологічний інтелект – 2011. VI міжнародна науково-практична конференція молодих вчених, 19–20 травня 2011 р., Дніпропетровськ / М-во транспорту і зв'язку України, Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, Дніпропетр. від-ня нац. еколог. центру України [та ін.]. – Дніпропетровськ, 2011. – С. 165–166.
6. Мамаев И. И. Анализ результатов мониторинга атмосферного воздуха в отдельных городах Ставропольского края средствами бизнес аналитики / И. И. Мамаев, Т. И. Сахнюк, П. А. Сахнюк // Научный журнал КубГАУ. – 2014. – № 100(06). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/12.pdf>.
7. Методическое пособие по расчету выбросов от неорганизованных источников промышленности строительных материалов / Науч.-произв. об-ние «Союзстромэкология». – Новороссийск, 1989. – 27 с.
8. Орлов Д. С. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении / Д. С. Орлов, Л. К. Садовникова, И. Н. Лозановская. – Москва : Высш. шк., 2002. – 334 с.
9. Павлов А. Н. Экология: рациональное природопользование и безопасность жизнедеятельности / Павлов А. Н. — Москва : Высш. шк., 2005. – 343 с.
10. Пашкевич М. А. Разработка искусственного геохимического барьера в зоне воздействия техногенных массивов / М. А. Пашкевич, М. В. Паршина // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2009. – № 6. – С. 275–281.
11. Перельман А. И. Геохимия ландшафта / А. И. Перельман, Н. С. Касимов. – Москва : Высш. шк., 1999. – 610 с.
12. Савін Л. С. Розробка інноваційного теплоізоляційного матеріалу з залученням техногенних відходів : монографія / Л. С. Савін, В. М. Макарова, Н. О. Ткач. – Дніпропетровськ : [Нова ідеологія], 2011. – 98 с.
13. Русина В. В. Минеральные вяжущие вещества на основе многотоннажных промышленных отходов / Русина В. В. – Братск : БрГУ, 2007. – 224 с.
14. Яковишина Т. Ф. Выбор формы соединения тяжелых металлов при проведении экологического мониторинга почв крупных промышленных агломераций / Т. Ф. Яковишина. – Режим доступа: www.rusnauka.com/27_OINXXI_2011/Ecologia/6_92589.doc.htm.
15. Raghbir S. Studies of ⁶⁵Zn movement in soil colubins under laboratory conditions / S. Raghbir, U. C. Shukla // Geoderma. – 1976. – Vol. 15, iss. 4. – P. 313–321.
16. Reuter M. Recycling and environmental issues of metallurgical slags and salt fluxes / Reuter M., Xiao Y., Boin U. // VII International conference on molten slags fluxes and salts / The south african institute of mining and metallurgy. – Johannesburg, 2004. – P. 349–356. – Режим доступа к статье: http://www.saimm.co.za/Conferences/Slags2004/050_Reuter.pdf.
17. Tree and forest effects on air quality and human health in the United States / David J. Nowak, Satoshi Hirabayashi, Allison Bodine, Eric Greenfield // Environmental pollution. – 2014. – Vol. 193. – P. 119–129.

REFERENCES

1. Kozlovska T.F., Deyna I.P. and Drakhobetskyi V.V. *Vyznachennia kryteriiv vplyvu toksychnykh rečovyn promyslovykh vidkhodiv iz zastosuvanniam metodolohii ekolohichnoho ryzyku* [Defining of the impact criteria of toxic substances in industrial waste using the methodology of the environmental risk]. *Ekolohichna bezpeka* [Ecological safety], 2009, no. 1(5), pp. 26–29. (in Ukrainian).
2. Ilchenko V.M., Shabala A.V. and Sokalska Ye.S. *Analiz pokaznykiv stanu ekolohichnykh system dni-propetrovskoho rehionu* [Analysis of ecological systems of the Dnepropetrovsk region]. *Molodyy vchenyy* [The young scientist], 2014, no. 7(10), pp. 130–133. (in Ukrainian).
3. Karpov V.S., Panarian V.M. and Horiunkova A.A. *Informatsyonno-izmerytel'naya sistema otsenky zagryaznenij atmosfernogo vozdukha* [The information-measuring system of pollution monitoring of surface air industrialized regions]. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki* [News of Tula State University. Technical science]. 2012, vol. 2, pp. 83–91. (in Ukrainian).
4. Makarov A.B. and Talalay A.H. *Tekhnogenno-mineral'nye mestorozhdeniya i ikh ekologicheskaya rol'* [Technogenic mineral habitat and their ecological role]. *Lytosfera* [Lithosphere]. 2012, no. 1, pp. 172–176. (in Russian).

5. Makarova V.N. and Savin L.S. *Utilizatsiya tekhnogennykh otkhodov v promyshlennosti stroitel'nykh materialov* [Disposal of technological waste in the construction materials industry]. *Ekologichnyi intelekt – 2011. VI mizhnarodna naukovo-praktychna konferenciia molodykh vchenykh* [Ecological intellect – 2011. VI International Research and practice Conference of Young Scientists]. M-vo transportu i zviazku Ukrainy, Dnipropetr. nats. un-t zalozn. transp. im. akad. V. Lazariana. Dnipropetrovsk, 2011, pp. 165–166. (in Russian).
6. Mamaev I.I., Sakhnyuk T.I. and Sakhnyuk P.A. *Analiz rezul'tatov monitoringa atmosferного vozdukhа v otdel'nykh gorodakh Stavropol'skogo kraя sredstvami biznes analytiki* [Analysis of the results of air monitoring in different cities of Stavropol Territory by means of business analysts]. *Nauchnyy zhurnal KubGAU* [Scientific journal of KubGAU], 2014, no. 100(06). Available at: <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/12.pdf>. (in Russian).
7. NPO «Soyuzstromekologiya» *Metodycheskoe posobyе po rashchetu vybrosov ot neorganizovannykh istochnikov promyshlennosti stroitel'nykh materialov* [The emissions calculation guidelines from disorderly sources of construction materials industry]. Novorossiysk, 1989, 27 p. (in Russian).
8. Orlov D.S., Sadovnikova L.K. and Lozanovskaya I.N. *Ekologiya i okhrana biosfery pri khimicheskoy zagryaznenii* [Ecology and biosphere protection by chemical pollution]. Moskva: Visshaya shkola, 2002, 334 p.
9. Pavlov A.N. *Ekologiya: ratsional'noe prirodopol'zovanie i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti* [Environment: environmental management and life safety]. Moskva: Visshaya shkola, 2005, 343 p. (in Russian).
10. Pashkevich M.A. and Parshyna M.V. *Razrabotka iskusstvennogo geokhемического бар'ера v zone vozdeystviya tekhnogennykh massivov* [The development of artificial geochemical barrier in zone of technogenic massifs influence]. *Gornyy informatsionno-analiticheskij byulleten'* [Mining information analytical bulletin], 2009, no. 6, pp. 275–283. (in Russian).
11. Perel'man A.I. and Kasimov N.S. *Geokhimiya landshafta* [Geochemistry of terrain]. Moskva: Visshaya shkola, 1999, 610 p. (in Russian).
12. Savin L.S., Makarova V.M. and Tkach N.O. *Rozrobka innovatsiinogo teploizoliatsiinogo materialu z zaluchenniam tekhnogennykh vidkhodiv* [The development of innovative thermal insulation material with the involvement of man-made waste]. Dnipropetrovsk: Nova ideolohiia, 2011, 98 p. (in Ukrainian).
13. Rusina V.V. *Myneral'nye vyazhushchie veshchestva na osnove mnogotonnazhnykh promishlennykh otkhodov* [Mineral binders based on the tonnage of industrial waste]. Bratsk: BrGU, 2007, 224 p. (in Russian).
14. Yakovishina T.F. *Vybor formy soedineniya tyazhelykh metallov pri provedenii ekologicheskogo monitoringa pochv krupnykh promyshlennykh aglomeratsiy* [The form choice of heavy metals in the soil environmental monitoring of large industrial agglomerations]. Available at: www.rusnauka.com/27_OINXXI_2011/Ecologia/6_92589.doc.htm. (in Russian).
15. Raghbir S. and Shukla U.C. *Studies of 65 Zn movement in soil colubins under laboratory conditions. Geoderma*, 1976, vol. 15, iss. 4, pp. 313–321.
16. Reuter M., Xiao Y. and Boin U. *Recycling and environmental issues of metallurgical slags and salt fluxes. VII International Conference on Molten Slags Fluxes and Salts*. The South African Institute of Mining and Metallurgy, 2004. Available at: http://www.saimm.co.za/Conferences/Slags2004/050_Reuter.pdf.
17. David J.N., Satoshi H. and Allison B. *Tree and forest effects on air quality and human health in the United States. Environmental Pollution*. 2014, pp. 119–129.

Рецензент : д-р т. н., проф. С. З. Поліщук

Надійшла до редколегії: 12.10.2015 р. Прийнята до друку: 21.02.2016 р.