

Copyright © 2018 by Academic Publishing House Researcher s.r.o.



Published in the Slovak Republic
Biogeosystem Technique
Has been issued since 2014.
E-ISSN: 2413-7316
2018, 5(2): 149-158

DOI: 10.13187/bgt.2018.2.149
www.ejournal19.com



Use of the Air Pollution Summary Calculations for Industrial Emission Regulation in the City of Belgorod

Andrey E. Borovlev^{a, *}, Evgenia Ya. Zelenskaya^a

^a Belgorod State National Research University, Russian Federation

Abstract

The problematic issues of the industrial enterprises emission quotas justification on the atmospheric air pollution summary calculations for the Belgorod city environment taking into account the stationary and mobile sources are considered. For solving a problem, the complex of research and development it to be performed including: remote measurement of the atmosphere temperature profile using the MTR-5 profile meter, fine particles content determination at the points of air pollution control using the OMPN-10.0 dust meter (based on the Dust Trak optical unit); the cement production rotating furnaces and steel pipes production furnaces heavy metals air release determination; soil ecological condition assessment in the industry's release contamination zone using the integral calculation score as a basis for the areas contaminated with heavy metals remediation needs justifying, as well as for selecting appropriate designing solutions most environmentally and economically appropriate in the specific conditions. Proposals are presented for the computational monitoring of air pollution with suspended particles RM10 and RM2.5 based on GIS analysis of instrumental research data, as well as on the results of calculations of the total atmospheric pollution with solid particles. An original approach to the geoecological assessment of technogenic air pollution influence on unsealed soils of the functional zones of the city for the environmental regulation of industrial emissions of carbonate dust into the air on the basis of the allowable contributions of enterprises to air pollution establishing is proposed.

Keywords: particulate matters, settlement monitoring, technogenic impact, stability of soils, functional areas.

1. Введение

Для комплексной и более объективной оценки воздействия на атмосферный воздух обычно используется норматив допустимой антропогенной нагрузки. Его особенностью является то, что оценка воздействия на окружающую среду осуществляется с учетом всех источников воздействия в пределах определенной территории. Так норматив антропогенной нагрузки на атмосферный воздух определяется на основе результатов сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха (сводные расчеты), т.е. расчетов приземных концентраций загрязняющих веществ по данным об их выбросах от всех источников стационарных и передвижных источниках загрязнения атмосферы, расположенных на территории города. Результаты использования сводных расчетов как эффективного инструмента для прогнозирования состояния окружающей среды и планирования перспективного развития конкретных территорий, представлены в работах (Волкодаева,

* Corresponding author

E-mail addresses: borovlev@bsu.edu.ru (A.E. Borovlev)

Канчан, 2009; Волкодаева, Киселев, 2017). При этом, особое внимание уделяется вопросам негативного снижения выбросов на отдельные компоненты природной среды и сохранение экосистем с учетом соблюдения экологических нормативов качества атмосферного воздуха.

Методическое обеспечение работ для выполнения сводных расчетов и определения допустимых вкладов в загрязнение атмосферы (квотирование выбросов) разработано НИИ Атмосфера (Методическое пособие..., 2000; Рекомендации..., 2003). В соответствии с Приказом Госкомэкологии № 66 от 16.02.99 г. «О применении системы сводных расчетов при нормировании выбросов» уже были проведены сводные расчеты в ряде крупных городов Российской Федерации (Санкт-Петербург, Астрахань, Вел. Новгород, Воронеж, Пермь, Псков, Калуга). В Белгородской области сводные расчеты были выполнены в период 2007–2008 гг. в городах Белгород, Губкин и Старый Оскол (Боровлев, 2007). Однако, нормативные документы, регламентирующие порядок квотирования выбросов, не имели соответствующего юридического обеспечения. Это затрудняло внедрение результатов сводных расчетов в практику воздухоохранной деятельности. Например, для обеспечения легитимности результатов сводных расчетов в Санкт-Петербурге было разработано и выпущено 11 правовых и методических актов. Вместе с тем, по итогам заседания Государственного совета по вопросу «Об экологическом развитии Российской Федерации в интересах будущих поколений» от 27.12.2016 г., Президент Российской Федерации утвердил перечень поручений. Одно из них (Пр-140ГС, п.1 пункт б) предписывает Правительству РФ внести в законодательство Российской Федерации изменения, направленные на снижение выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, и предусматривающие разработку и утверждение порядка выполнения сводных расчетов и их применения при нормировании выбросов вредных (загрязняющих) веществ. Согласно «Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года» одним из основных механизмов реализации государственной политики в сфере обеспечения экологической безопасности является применение системы сводных расчетов для территорий городов с учетом расположенных на этих территориях стационарных и передвижных источников загрязнения окружающей среды. В настоящее время Минприроды России внесен на рассмотрение в законодательный орган страны проект Федерального закона «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха» и отдельные законодательные акты Российской Федерации в части обеспечения снижения загрязнения атмосферного воздуха», предусматривающий порядок определения допустимых вкладов предприятий в загрязнение атмосферного воздуха.

Таким образом, ожидается, что в ближайшей перспективе использование сводных расчетов войдет в практику природоохранной деятельности. Поэтому, в преддверии проведения сводных расчетов в Белгородской области, целесообразно рассмотреть проблемные вопросы, возникающие при проведении работ по нормированию выбросов промышленных предприятий города Белгорода с использованием результатов сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха.

2. Объекты и методы исследования

Объектами исследования являются источники загрязнения атмосферного воздуха, расположенные на территории города Белгорода, площадью 160.6 км² и численностью населения 391.1 тыс. человек. Ежегодно в атмосферу города выбрасывается более 37 тыс. т. загрязняющих веществ (ЗВ), а общее количество стационарных источников загрязнения атмосферы (ИЗА) превышает 3000. В объеме выбросов ЗВ доля стационарных источников составляет 17.1 %, автотранспорта – 82.9 %.

Основу работы составили расчеты рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе, проведенные с участием авторов, исследования загрязнения воздушного бассейна и почв территории города Белгорода, база данных сводного тома предельно допустимых выбросов предприятий г. Белгорода, разработанная авторами. Оценка санитарного состояния воздушного бассейна и почв территории города Белгорода проведена в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими требованиями к качеству атмосферного воздуха (СанПиН 2.1.6.1032-01) и почв территории населенных мест (СанПиН 2.1.7.1287-03).

В исследовании для расчета загрязнения атмосферы использовали программное обеспечение «Эколог» фирмы «Интеграл», а также следующие методы: картографический, математико-статистический, методы математического моделирования и системно-функционального анализа. Анализ пространственного распределения ЗВ в атмосферном воздухе и территории города выполнен в ГИС методами оверлея, интерполяции и пространственной статистики.

3. Результаты исследования и их обсуждение

В процессе проведения столь сложной и объемной работы как сводные расчеты возникает целый ряд проблем, наиболее важные из которых кратко рассмотрены ниже.

Расчетная модель «Методы расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе» (подлежат обязательному применению с 1.01.2018 г.) (Об утверждении методов..., 2017), как и ранее действующая до ее введения «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий» (ОНД-86), не учитывает реальные изменения температурной стратификации в том месте, для которого выполняется расчет приземных концентраций ЗВ. Так в расчете максимальных приземных концентраций ЗВ используется коэффициент А, зависящий от температурной стратификации атмосферы, установленный одним значением для ряда регионов Российской Федерации. При этом расчетной моделью допускается, что значения коэффициента А могут быть уточнены с учетом климатических и физико-географических условий рассматриваемой местности.

Проблемной является оценка аэрогенного загрязнения селитебной территории мелкодисперсными взвешенными частицами – PM10 и PM2.5 (фракции твердых частиц с аэродинамическим диаметром менее 10 мкм и менее 2.5 мкм). В городах Белгородской области на стационарных постах Росгидромета определяется только общая пыль, т.е. сумма взвешенных веществ – TSP (*total suspended particulate*), которая включает все находящиеся в воздухе твердые частицы. Мониторинг загрязнения атмосферы по показателям PM10 и PM2.5 в настоящее время отсутствует, и в ближайшей перспективе не планируется. Однако частицы PM10 и PM2.5 по праву считаются одним из опасных видов загрязнения атмосферного воздуха, требующих систематического контроля. Тревогу экологов и общественности вызывают факты дополнительной смертности населения Европы и Северной Америки при вдыхании частиц PM10 и PM2.5 (Samoli et al., 2008). Экономический рост в азиатских странах стимулирует активное развитие методов мониторинга мелкодисперсных взвешенных частиц для этого региона мира (Karimian et al., 2016; Li et al., 2017; Munir, 2017). Указанные частицы могут адсорбировать из воздуха большое количество загрязняющих веществ (ЗВ), которые вместе с ними также могут попадать во внутреннюю среду организма и проявляют токсическое действие, что приводит к развитию сердечнососудистых, респираторных и онкологических заболеваний (Reche et al., 2012). Фракция PM2.5 является более опасной для здоровья, чем фракция PM10. В странах ЕС на счет влияния PM2.5 относят 3 % смертности от сердечнососудистой патологии и 5 % смертей от рака легкого и в целом на долю загрязнения атмосферы PM2.5 в год приходится 3.1 млн. случаев смертей (Cohen et al., 2004). Более того, к настоящему моменту еще не существует определенного порога, ниже которого PM2.5 не представляли бы угрозу (Directive 2008/50/EC). Соотношение между фракцией PM10 и TSP в разных городах различно, но в качестве усредненного пересчетного коэффициента обычно принимается величина 0.55, обоснованная большим числом параллельных измерений (US..., 1994). В 1998–1999 гг. было проведено параллельное измерение концентрации TSP и PM2.5 в восьми городах Свердловской области с разным уровнем промышленного загрязнения. Полученные коэффициенты соотношения между PM2.5 и TSP варьировали от 0.07 до 0.34. Усреднение коэффициентов, полученных в тех же промышленных городах, в которых для пересчета TSP в PM 10 был получен коэффициент, близкий к 0.55, дает для PM 2.5 величину 0.26. В результате определения TSP массовым методом и PM10, и PM2.5 с использованием пылемера «ОМПН-10.0» (на основе оптического блока Dust Trak, модель 8520, МВИ № М-МВИ-117-03) в рамках программы наблюдений с июня 2012 г. по май 2013 г. для г. Белгорода (60 проб, исследованных по 12 мониторинговым точкам на территории различных функциональных зон) получены коэффициенты соотношения для PM10/TSP, равные 0.595 и для PM2.5/TSP – 0.393

(Боровлев и др., 2013). Эти коэффициенты характеризуются определенной стабильностью и меняются в зависимости от концентрации TSP, что дает основания для упрощения процедуры оценки концентраций PM₁₀ и PM_{2.5} путем их пересчета из концентрации TSP в точках воздействия. В работе Боровлева и др. (2013) для оценки распределения взвешенных частиц с учетом их дисперсности в атмосферном воздухе г. Белгорода предложено использовать ГИС-анализ данных инструментальных исследований и результатов расчетов рассеивания выбросов твердых частиц, полученных с использованием базы данных (База данных..., 2008). В результате геоинформационного картографирования полей максимальных приземных концентраций TSP (Рис. 1а) была выявлена зона площадью 73.5 га (2.2 % площади жилой застройки) в районе расположения ЗАО «Белгородский цемент» (F), где наблюдаются превышения в жилой зоне по PM₁₀ до 2.5 ПДК, PM_{2.5} – до 2.8 ПДК (Рис. 1б). Представленная на рисунке 1 ситуация учитывает работу ЗАО «Белгородский цемент» по полной производственной программе. В указанном случае вклад источников выбросов цементного производства в величину полученных превышений ПДК составит по PM₁₀ 86.2 %, а по PM_{2.5} – 91.4 %. В дальнейшем, представляется целесообразным проводить расчетный мониторинг загрязнения атмосферного воздуха взвешенными частицами PM₁₀ и PM_{2.5} в результате актуализации базы данных для проведения сводных расчетов по материалам инвентаризаций стационарных источников и выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, выполненных в соответствии с новыми требованиями (Об утверждении порядка..., 2018).

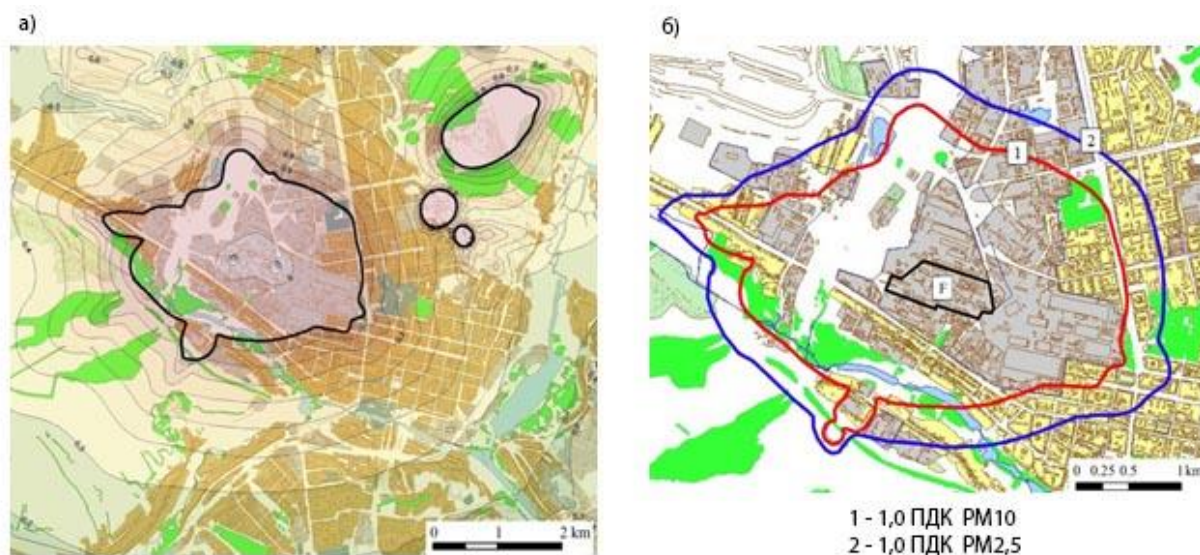


Рис. 1. Изолинии максимальных приземных концентраций взвешенных частиц на территории города Белгорода, доли ПДК: а) TSP; б) PM₁₀ и PM_{2.5}

Необходимо также отметить целесообразность проведения оценки аэрогенного загрязнения селитебной территории тяжелыми металлами (ТМ) города Белгорода на основе новых исходных данных по пылевым выбросам сталеплавильных печей ЗАО «Белэнергомаш (Белгород – БЗЭМ)» и вращающихся печей ЗАО «Белгородский цемент». В настоящее время указанные пылевые выбросы классифицируются как пыль неорганическая с содержанием SiO₂ < 20 % (код 2909). Однако согласно (Справочник..., 2005), такие ТМ как свинец, мышьяк, медь, железо, кадмий и др. присутствуют в составе твердых частиц (аэрозолей конденсации), образующихся при выплавке сталей (печи ЗАО «Белэнергомаш (Белгород) – БЗЭМ»), а также характерны для аэрозолей конденсации, образующихся при производстве цемента (печи ЗАО «Белгородский цемент»). Их ориентировочная величина суммарного выброса, рассчитанная на основе удельных показателей выбросов, приведенных в (Справочник..., 2005), может быть до 20 т/год. На основе полученных данных можно предположить, что из промышленных предприятий города именно ЗАО «Белгородский цемент» и ЗАО «Белэнергомаш (Белгород) – БЗЭМ»

могут в существенной степени определять аэротехногенное поступление ТМ в почвы города за счет выпадений с дождями, снегом и пылью.

Таким образом, актуально применить более совершенный подход к оценке экологического состояния городских почв, предполагающий использование следующих показателей: содержание токсичных элементов в почве с оценкой по санитарно-гигиеническим критериям, учет свойств почв и фоновое содержание в них элементов. При этом оценку степени загрязнения почвы элементами, помимо показателя суммарного химического загрязнения (Z_c) согласно методическим указаниям (МУ 2.1.7.730-99), целесообразно производить с использованием суммарного коэффициента антропогенного загрязнения – интегрального показателя, учитывающего степень опасности загрязнения почв ТМ по закрытой 100-балльной шкале предложенного Дабаховым и др. (2014). Балл, характеризующий степень загрязнения почвы, на основе содержания в почве токсичных элементов и соединений, их фонового значения, санитарно-гигиенических нормативов (с учетом содержания элемента) рассчитывается по формуле:

$$D = \sum_{i=1}^N \left[\left(C_i / C_{i_{\text{фон}}} \right) \cdot K_i \right], \quad (1)$$

где D – приведенный суммарный коэффициент концентрации; C_i – содержание элемента в изучаемой почве, мг/кг; $C_{i_{\text{фон}}}$ – фоновое содержание элемента, мг/кг; K – коэффициент значимости элементов и соединений, обратно пропорциональный ПДК (ОДК) – $1/\text{ПДК}_i$.

При этом коэффициент суммарного загрязнения наиболее объективно характеризует антропогенную трансформацию почв (иными словами, степень антропогенной нагрузки, приводящей к изменению геохимического состояния территории), а интегральный оценочный балл дает наиболее корректную оценку санитарно-гигиенического (экологического) состояния территории (Дабахов и др., 2014).

На экологическое состояние почв г. Белгорода также могут влиять значительные объемы выбросов твердых частиц (ТЧ) в результате производственной деятельности и строительства, преимущественно пыли неорганической карбонатной (далее – карбонатная пыль) в количестве до 1.4 тыс. т (73.7 % от выброса ТЧ). Состав пыли, оседающей на поверхность в разных функциональных зонах города, может определять общие тенденции в трансформации почвенных свойств, и, в первую очередь, гранулометрического состава, гумусированности и буферности. Содержание карбонатов в почве и уровень рН оказывают влияние на трансформацию соединений ТМ, т.к. химический состав почвенного раствора, процессы растворения, миграции, осадкообразование карбонатов и характер ионообменных процессов на границе раздела фаз зависят от карбонатно-кальциевого равновесия.

В работе Боровлева (2016) была выполнена оценка буферности почв года Белгорода, позволяющая составить представление об устойчивости незапечатанных почв к потенциальному аэротехногенному воздействию загрязнителей на основе комплексного учета гранулометрического состава, гумусированности и реакции почвенного раствора, прямо связанной с карбонатностью почв (Рис. 2а). На основе результатов расчетов рассеивания выбросов карбонатной пыли были получены данные об интенсивности ее выпадений на подстилающую поверхность функциональных зон города. Затем был рассчитан понижающий балл по отношению к буферности почвы для каждого диапазона изолиний интенсивности выпадений карбонатной пыли. В итоге, с использованием программы ArcGIS 10.1 методом оверлея пространственных слоев были скорректированы баллы буферности почв и получена интегральная оценка устойчивости почв к аэротехногенному воздействию (Рис. 2б).

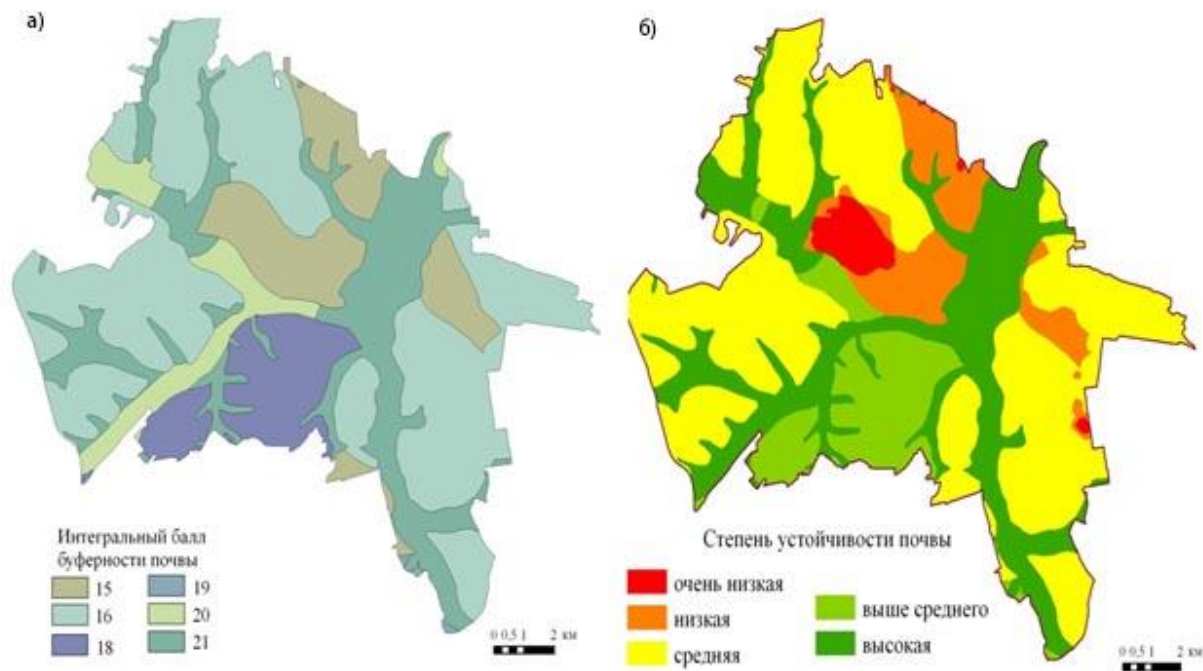


Рис. 2. Показатели устойчивости незапечатанных почв к потенциальному аэротехногенному воздействию загрязнителей на территории функциональных зон города Белгорода: а) Интегральная оценка буферности почв; б) Степень устойчивости незапечатанных почв к аэротехногенному воздействию

Дальнейшее развитие в Белгородской области производства строительных материалов на собственной ресурсной базе несомненно приведет к усилению влияния аэротехногенного воздействия карбонатной пыли на территориях г. Белгорода с низкой устойчивостью почв. С учетом фактически достигнутых величин ($pH = 8-9$) в верхнем слое почв с низкой устойчивостью при увеличении аэротехногенной нагрузки прогнозируется превышение указанных величин pH , что может привести к уменьшению подвижности в почве важных для питания растений микроэлементов, и впоследствии – к ухудшению биоэкологического состояния парков центра города. Поэтому перспективное развитие производств строительных материалов на территории Белгорода целесообразно обуславливать ограничением поступления ТЧ в атмосферу из источников выбросов указанных производств на основе установления квот концентраций ЗВ для отдельных участков территории рекреационных зон и земель с.-х. назначения с низкой степенью устойчивости к воздействию аэротехногенных выбросов карбонатной пыли (зона квотирования концентрации карбонатной пыли). Приземные концентрации карбонатной пыли в расчетных (контрольных) точках зоны её квотирования, рассчитанные на перспективное развитие производств строительных материалов, не должны превышать расчетные значения указанной пыли на существующее положение. Для обеспечения оптимального распределения квот приземных концентраций карбонатной пыли в расчетных точках зоны её квотирования между предприятиями, действующими в этой зоне, предлагается для каждого источника вводить ограничения на массу выброса, определяемой исходя из содержания карбонатов в выбросе пыли.

Таким образом, на начальной стадии проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы города Белгорода, представляется целесообразным выполнить следующие исследования и разработки:

- дистанционное измерение профиля температуры атмосферы для уточнения коэффициента температурной стратификации A с использованием профилемера МТР-5 Центра коллективного пользования «Федерально-региональный центр аэрокосмического и наземного мониторинга объектов и природных ресурсов НИУ «БелГУ»;

- определение TSP, PM₁₀ и PM_{2.5} в контрольных точках на территориях функциональных зон города Белгорода в рамках более расширенной программы наблюдений с использованием пылемера «ОМПН-10.0» (на основе оптического блока Dust Trak) для получения уточненных значений коэффициентов пересчета PM₁₀ и PM_{2.5} из TSP;
- определение величин выбросов ТМ в атмосферный воздух ЗАО «Белгородский цемент» и ЗАО «Белэнергомаш (Белгород) – БЗЭМ», а также проведение оценки экологического состояния почв в зоне влияния выбросов указанных предприятий.

4. Заключение

Наиболее проблемной задачей при проведении сводных расчетов загрязнения атмосферы города Белгорода является оценка аэрогенного загрязнения селитебной территории мелкодисперсными взвешенными частицами и тяжелыми металлами. Для ее решения предложено выполнить комплекс исследований и разработок, включающий дистанционное измерение профиля температуры атмосферы, программу мониторинговых наблюдений загрязнения атмосферного воздуха взвешенными частицами PM₁₀ и PM_{2.5} с использованием пылемера «ОМПН-10.0» (на основе оптического блока Dust Trak), проведение инвентаризации стационарных источников и выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух на ЗАО «Белгородский цемент» и ЗАО «Белэнергомаш (Белгород) – БЗЭМ» для определения величин выбросов тяжелых металлов; проведение оценки экологического состояния почв в зоне влияния выбросов указанных предприятий с использованием интегрального расчетного балла, который может использоваться в качестве базы для обоснования необходимости проведения мероприятий по реабилитации загрязненных тяжелыми металлами территорий, а также для выбора соответствующих проектных решений, наиболее эффективных и экономичных в конкретных условиях. Для обеспечения снижения выбросов ТЧ на перспективное развитие производств строительных материалов предложен оригинальный подход, позволяющий устанавливать ограничение выбросов карбонатной пыли в атмосферный воздух с учетом экспериментально определенных полей квот приземных концентраций ТЧ для функциональных зон города с низкой степенью устойчивости почв к воздействию техногенных выбросов.

5. Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Белгородской области в рамках научного проекта № 18-45-310008.

Литература

База данных..., 2008 – База данных сводного тома предельно допустимых выбросов предприятий г. Белгорода: свидетельство № 2008620112 о гос. регистрации базы данных / А.Э. Боровлев, В.И. Соловьев, Е.С. Кунгурцев, М.С. Кунгурцев; правообладатель ГОУ ВПО Белгородский государственный университет (БелГУ). № 2008620004; заявл. 9.01.2008; опубл. 29.02.2008.

Боровлев, 2007 – Боровлев А.Э. (2007). Исследование техногенного воздействия промышленных предприятий и автотранспорта с целью обеспечения экологических норм загрязнения атмосферного воздуха урбанизированной территории // *Проблемы региональной экологии*, 6: 24–28.

Боровлев, 2016 – Боровлев А.Э. (2016). Оценка устойчивости городских почв к азротехногенному воздействию (на примере города Белгорода) // *Научные ведомости БелГУ. Естественные науки*, 34(225): 138–144.

Боровлев и др., 2013 – Боровлев А.Э., Лисецкий Ф.Н., Чепелев О.А. (2013). Развитие системы управления качеством атмосферного воздуха для города Белгорода // *Фундаментальные исследования*, 4(6): 922–929.

Волкодаева, Канчан, 2009 – Волкодаева М.В., Канчан Я.С. (2009). Использование комплексных (сводных) расчетов показателей воздействия выбросов загрязняющих веществ при управлении качеством атмосферного воздуха // *Юг России: экология, развитие*, 4(1): 6–13.

Волкодаева, Киселев, 2017 – Волкодаева М.В., Киселев А.В. (2017). О развитии системы экологического мониторинга качества атмосферного воздуха // *Записки Горного института*, 227: 589–596.

Дабахов и др., 2014 – Дабахов М.В., Дабахова Е.В., Тутова В.И. (2014). Экологическая оценка почв урбанизированных ландшафтов. Нижний Новгород, 300 с.

Методическое пособие..., 2000 – Методическое пособие по выполнению сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха выбросами промышленных предприятий и автотранспорта города (региона) и их применению при нормировании выбросов. (2000). СПб. НИИ Атмосфера.

МУ 2.1.7.730-99 – МУ 2.1.7.730-99. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест. Дата введения 05.04.1999.

Об утверждении методов..., 2017 – Об утверждении методов расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе: Приказ Минприроды России от 06.06.2017 № 273 // СПС КонсультантПлюс [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_222765/ (дата обращения 1 ноября 2018).

Об утверждении порядка..., 2018 – Об утверждении порядка проведения инвентаризации стационарных источников и выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, корректировки ее данных, документирования и хранения данных, полученных в результате проведения таких инвентаризации и корректировки: Приказ Минприроды России от 07.08.2018 № 352 // СПС КонсультантПлюс [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_309693/ (дата обращения 1 ноября 2018).

Рекомендации..., 2003 – Рекомендации по определению допустимых вкладов в загрязнение атмосферы выбросов загрязняющих веществ предприятиями с использованием сводных расчетов загрязнения воздушного бассейна города (региона) выбросами промышленности и автотранспорта. (2003). СПб, НИИ Атмосфера.

Справочник..., 2005 – Справочник по удельным показателям выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух для некоторых производств – основных источников загрязнения атмосферы. (2005). СПб, НИИ «Атмосфера», 125 с.

Cohen et al., 2004 – Cohen A., Anderson H.R., Ostro B., Pandey K.D., Krzyzanowski M., Künzli N., Smith K.R. 2004. Urban air pollution // *Comparative quantification of health risks*, 2(17): 1354–1433.

Karimian et al., 2016 – Karimian H., Li Q., Li C., Jin L., Fan J., Li Y. (2016). An improved method for monitoring fine particulate matter mass concentrations via satellite remote sensing // *Aerosol and Air Quality Research*, 4: 1081–1092.

Li et al., 2017 – Li X., Ma Y., Wang Y., Liu N., Hong Y. (2017). Temporal and spatial analyses of particulate matter (PM₁₀ and PM_{2.5}) and its relationship with meteorological parameters over an urban city in northeast China // *Atmospheric Research*, No 198, pp. 185–193.

Munir, 2017 – Munir S. (2017). Analysing temporal trends in the ratios of PM_{2.5}/PM₁₀ in the UK // *Aerosol and Air Quality Research*, 1: 34–48.

Reche et al., 2012 – Reche C., Moreno T., Amasto F., Viana M., Drooge van B., Chang H., Berube K., Jones T., Alastuey A., Querl X. (2012). A multidisciplinary approach to characterize exposure risk and toxicological effects of PM₁₀ and PM_{2.5} samples in urbane environments // *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 78: 327–335.

Samoli et al., 2008 – Samoli E., Peng R., Ramsay T., Pipikou M., Touloumi G., Dominici F., Katsouyanni K. (2008). Acute effects of ambient particulate matter on mortality in Europe and North America: results from the APHENA Study // *Environmental Health Perspectives*, 116(11): 1480–1486.

Union, 2008 – Union P. (2008). Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe // *Official Journal of the European Union*, L(152) (11.6.2008): 1–44.

US..., 1994 – US Environmental Protection Agency. (1994). Methods for Derivation of Inhalation Reference Concentration and Application Dosimetry. Washington, 236 p.

References

- Borovlev et al., 2013** – Borovlev A.E., Liseckii F.N., Chepelev O.A. (2013). The development of the system of quality management of atmospheric air for the city of Belgorod. *Fundamentalnye issledovaniya (Basic research)*, 4(6): 922–929.
- Borovlev, 2007** – Borovlev A.E. (2007). Research of man-caused influence of the industrial enterprises and transport with the purpose of maintenance of ecological norms of pollution of atmospheric air of the urbanized territories. *Problems of regional ecology*, 6: 24–28.
- Borovlev, 2016** – Borovlev A.E. (2016). Evaluation of stability of urban soils to technogenic impact (on example of the town Belgorod). *Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural sciences series*, 34(225): 138–144.
- Cohen et al., 2004** – Cohen A., Anderson H.R., Ostro B., Pandey K.D., Krzyzanowski M., Künzli N., Smith K.R. (2004). Urban air pollution. *Comparative quantification of health risks*, 2(17): 1354–1433.
- Dabakhov et al., 2014** – Dabakhov M.V., Dabakhova E.V., Titova V.I. (2014). Ecological assessment of soil in urbanized landscapes. Nizhny Novgorod, 300 p.
- Database..., 2008** – Database of the consolidated volume of the maximum permissible emissions of enterprises of the city of Belgorod: certificate № 2008620112 of state. database registration / A.E. Borovlev, V.I. Soloviev, E.S. Kungurtsev, M.S. Kungurtsev; copyright holder GOU VPO Belgorod State University (BelSU). № 2008620004; declare 9 January 2008; publ. 29 February 2008.
- Handbook..., 2005** – Handbook of specific indicators of emissions of pollutants into the air for some industries – the main sources of air pollution. (2005). St. Petersburg, Research Institute «Atmosphere», 125 p.
- Karimian et al., 2016** – Karimian H., Li Q., Li C., Jin L., Fan J., Li Y. (2016). An improved method for monitoring fine particulate matter mass concentrations via satellite remote sensing. *Aerosol and Air Quality Research*, 4: 1081–1092.
- Li et al., 2017** – Li X., Ma Y., Wang Y., Liu N., Hong Y. (2017). Temporal and spatial analyses of particulate matter (PM₁₀ and PM_{2.5}) and its relationship with meteorological parameters over an urban city in northeast China. *Atmospheric Research*, 198: 185–193.
- Methodological manual..., 2000** – Methodological manual for the implementation of the summary calculations of air pollution by emissions of industrial enterprises and vehicles of the city (region) and their use in the rationing of emissions. (2000). St. Petersburg, Institute of Atmosphere.
- MU 2.1.7.730-99** – MU 2.1.7.730-99. Hygienicevaluation of soil in residential areas. Date of introduction 05.04.1999.
- Munir, 2017** – Munir S. (2017). Analysing temporal trends in the ratios of PM_{2.5}/PM₁₀ in the UK. *Aerosol and Air Quality Research*, 1: 34–48.
- On approval of calculation..., 2017** – On approval of calculation methods for dispersion of emissions of harmful (polluting) substances in atmospheric air: Order of the Ministry of Nature of Russia by 06.06.2017 № 273. [Electronic resource]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_222765/ (date of application: 1 November 2018).
- On approval of the procedure..., 2018** – On approval of the procedure for the inventory of stationary sources and emissions of harmful (polluting) substances into the atmospheric air, adjustments to its data, documentation and storage of data obtained as a result of such inventories and adjustments: Order of the Ministry of Nature of Russia by 07.08.2018 № 352 [Electronic resource]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_309693/ (date of application: 1 November 2018).
- Reche et al., 2012** – Reche C., Moreno T., Amasto F., Viana M., Drooge van B., Chang H., Berube K., Jones T., Alastuey A., Querl X. (2012). A multidisciplinary approach to characterize exposure risk and toxicological effects of PM₁₀ and PM_{2.5} samples in urbane environments. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 78: 327–335.
- Recommendations..., 2003** – Recommendations on the determination of permissible contributions to the air pollution of emissions of pollutants by enterprises using summary calculations of air pollution of a city (region) by emissions of industry and vehicles. (2003). St. Petersburg: Research Institute Atmosphere.

Samoli et. al., 2008 – Samoli E., Peng R., Ramsay T., Pipikou M., Touloumi G., Dominici F., Katsouyanni K. (2008). Acute effects of ambient particulate matter on mortality in Europe and North America: results from the APHENA Study. *Environmental Health Perspectives*, 116(11): 1480–1486.

Union, 2008 – Union P. (2008). Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe. *Official Journal of the European Union*, L(152) (11.6.2008): 1–44.

US..., 1994 – US Environmental Protection Agency. (1994). Methods for Derivation of Inhalation Reference Concentration and Application Dosimetry. Washington, 236 p.

Volkodaeva, Kanchan, 2009 – Volkodaeva M.V., Kanchan Ya.S. (2009). The use of integrated (summary) calculations of the impact indicators of pollutant emissions in the management of air quality. *The South of Russia: ecology, development*, 4(1): 6–13.

Volkodaeva, Kiselev, 2017 – Volkodaeva M.V., Kiselev A.V. (2017). On the development of environmental monitoring system for air quality. *Journal of Mining Institute*, 227: 589–596.

Проблемы использования сводных расчетов загрязнения атмосферы для нормирования промышленных выбросов города Белгорода

Андрей Эдуардович Боровлев^{а,*}, Евгения Яковлевна Зеленская^а

^а Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Российская Федерация

Аннотация. Рассматриваются проблемные вопросы, возникающие при проведении работ по нормированию выбросов промышленных предприятий на основе сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха для территории города Белгорода с учетом расположенных на этой территории стационарных и передвижных источников загрязнения окружающей среды. Для их решения предложено выполнить комплекс исследований и разработок, включающий: дистанционное измерение профиля температуры атмосферы с использованием профилемера МТР-5; определение содержания тонкодисперсных частиц в точках контроля загрязнения атмосферного воздуха с использованием пылемера «ОМПН-10.0» (на основе оптического блока Dust Trak), определение выбросов тяжёлых металлов в атмосферный воздух от вращающихся печей цементного производства и сталеплавильных печей производства труб; оценку экологического состояния почв в зоне влияния выбросов указанных производств с использованием интегрального расчетного балла, который может использоваться в качестве базы для обоснования необходимости проведения мероприятий по реабилитации загрязненных тяжёлыми металлами территорий, а также для выбора соответствующих проектных решений, наиболее эффективных и экономичных в конкретных условиях. Представлены предложения по проведению расчетного мониторинга загрязнения атмосферного воздуха взвешенными частицами РМ10 и РМ2.5 на основе ГИС-анализа данных инструментальных исследований и результатов сводных расчетов загрязнения атмосферы твердыми частицами. Предложен оригинальный подход к геоэкологической оценке влияния техногенного загрязнения атмосферы на незапечатанные почвы функциональных зон территории города для целей нормирования промышленных выбросов карбонатной пыли в атмосферный воздух на основе установления допустимых вкладов предприятий в загрязнение атмосферы.

Ключевые слова: взвешенные частицы, расчетный мониторинг, аэротехногенное воздействие, устойчивость почв, функциональные зоны.

* Корреспондирующий автор

Адреса электронной почты: borovlev@bsu.edu.ru (А.Э. Боровлев)