

УДК 504.3.054

*Потапов В.П., Счастливец Е.Л., Быков А.А., Юкина Н.И.,
Институт вычислительных технологий Сибирского отделения Российской академии наук,
Кемеровский филиал, Кемерово*

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ЗЕМЛИ ПРИМЫКАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ

Сельскохозяйственные земли вблизи угледобывающего предприятия испытывают значительный техногенный пресс, связанный в том числе и с выпадением из атмосферы аэрозольных загрязнений. В статье рассматривается расчетная оценка воздействия атмосферных выбросов предприятия открытой добычи угля и прилегающих к нему источников фоновой загрязненности на расположенные в районе участки сельскохозяйственных земель. Проводится сравнительная оценка суммарного и удельного выпадения аэрозолей для отдельных участков.

Ключевые слова: сельскохозяйственные земли, добыча угля, выбросы в атмосферу, выпадение на почву, расчетные модели.

Выбросы в атмосферу крупного предприятия по добыче угля открытым способом содержат большое количество пылевых частиц, обладающих эффектом оседания на подстилающую поверхность. При исследованиях экосистем в окрестности такого предприятия стоят задачи по оценке количества пыли, выпадающей из атмосферы на заданную территорию в течение сезона или года. В частности, представляют интерес оценки выпадения и накопления пылевых выбросов на сельскохозяйственных (СХ) землях, в снеговом покрове, в бассейнах рек и т.д. При этом не исключена ситуация, когда промышленные выбросы, даже будучи допустимыми с точки зрения максимальных разовых и среднегодовых концентраций, могут привести к весьма существенному накоплению вредных веществ на подстилающей поверхности. Многолетнее оседание из атмосферы техногенной пыли может существенно снизить урожайность посевных площадей и повысить содержание вредных элементов в СХ продукции до величин, превосходящих допустимые нормы. Кроме того умение моделировать выпадение загрязняющих веществ на почву и растительность дает возможность рассчитывать и прогнозировать риски для здоровья, связанные с пероральным путем поступления вредных веществ в организм человека с СХ продукцией.

Авторами разработана и доведена до практического использования локальная долгосрочная модель расчета выпадения пылевых частиц на подстилающую поверхность. Модель реализована в составе широко используемого в Сибирском регионе для нормативных расчетов программного комплекса «ЭРА» (www.lpp.ru). Это позволяет использовать накопленные в форматах данного комплекса исходные данные об источниках выбросов в атмосферу для дополнительных научных исследований. Таким образом, в рамках одного программного комплекса на основе созданных для проектных работ данных инвентаризации выбросов по предприятию (совокупности предприятий) можно проводить весь перечень расчетов разового и среднегодового (сезонного) загрязнения атмосферы и выпадения загрязняющих веществ на подстилающую поверхность и отдельные ее элементы (водные поверхности, сельхозугодья, бассейны рек и т. д.).

Основы построения модели, результаты сравнения с данными экспериментов, обзор литературных данных по дисперсному составу пылевых выбросов, исследование влияния исходных данных на результаты вычислений рассмотрены в работах авторов [1-3].

В настоящей работе представлена попытка проведения модельной оценки годового выпадения промышленной пыли на пять участков СХ земель, расположенных в окрестности угледобывающего предприятия (рисунок 2).

Для практического использования модель необходимо обеспечить исходными данными по источникам выбросов в атмосферу и метеорологическим параметрами, определяющими картину долговременного распространения примесей в атмосфере на заданной территории.

Выбранные участки СХ земель прилегают к участку отработки разреза «Сибэнергоуголь». Однако для расчета выпадения пыли на участки 1-5 (рисунок 2) использованы не только источники выброса в атмосферу разреза «Сибэнергоуголь», но и выбросы печного отопления ближайших населенных пунктов, дорог общего пользования, крупного железнодорожного пункта хранения и погрузки угля (Листвяги), старых отвалов и близко расположенных других угледобывающих предприятий (не принадлежащих компании «Сибэнергоуголь»). Инвентаризация источников разреза «Сибэнергоуголь» предоставлена авторам администрацией разреза, остальные выбросы оценены как фоновые, ориентировочно на основе удельных показателей [4]. Печное отопление населенных пунктов задано площадными источниками с выбросом, пропорциональным количеству дворов. Для уточнения расположения и мощности пылевых выбросов агрегированных источников загрязнения атмосферы учитывались данные космических снимков потемнения снегового покрова в районе исследований, которые были взяты из работы [5] (рисунок 1).

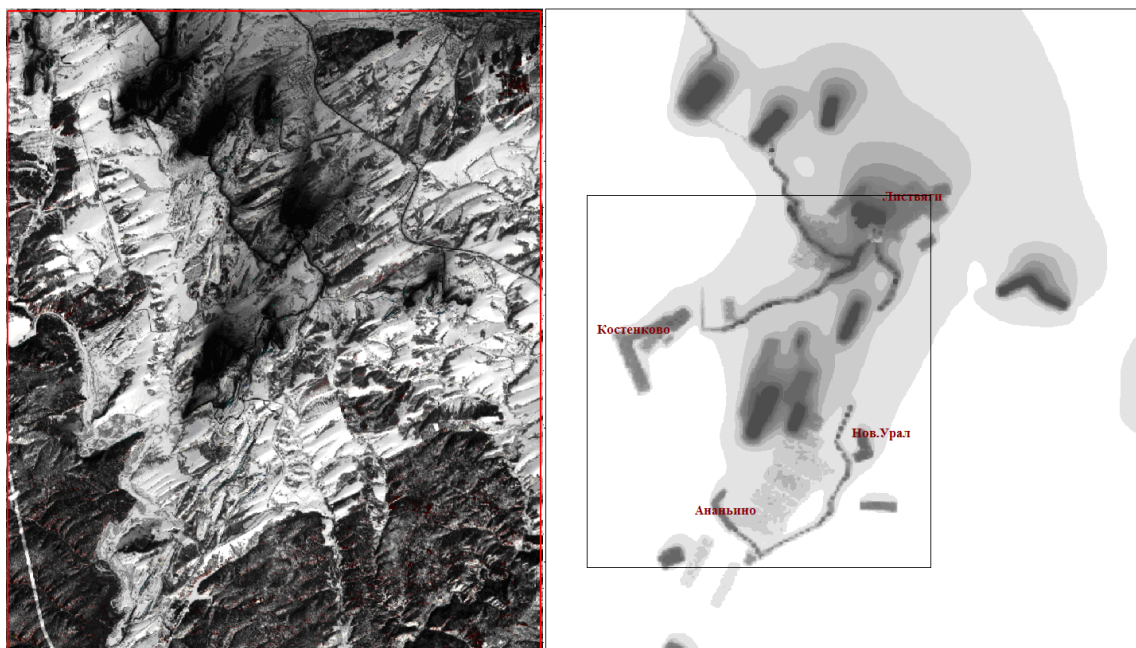


Рисунок 1 – Космический снимок (слева) с загрязнением снегового покрова окрестностей разреза ООО Сибэнергоуголь (март 2017) и расчетная оценка выпадения пылевых частиц за зиму 2016-2017 годов. Прямоугольник справа есть граница расчетной сетки для рисунка 2

Годовое выпадение пылевых частиц зависит от двух важнейших параметров: среднегодовой приземной концентрации C_a ($\text{мг}/\text{м}^3$) и скорости выпадения частиц V_d ($\text{м}/\text{с}$).

Для расчета C_a с использованием методики [6] кроме параметров источников необходимо знать розу ветров и плотность распределения скорости ветра $P_2(U)$, которые можно построить по данным стандартных метеорологических наблюдений. Ближайшая к рассматриваемой территории метеостанция (18 км) находится в аэропорту Спиченково, и архив данных на этой станции за пять лет (2009-2013 гг.) был скачан с сайта www.rp5.ru. На рисунке 3 представлены результаты обработки архива, которые использованы в расчете выпадения пылевых выбросов на СХ земли, представленных на рисунке 2.

Учитывая значительное влияние [3] на результаты расчетов скорости выпадения V_d , дисперсный состав выбрасываемых различными типами источников частиц разбивается по фракциям в соответствии с таблицей 1 (обоснована в [2], допускает пополнение). Разбиение происходит автоматически в процессе исполнения программы расчета в зависимости от кода источника. Фракционный состав не попавших в таблицу источников задается единообразно из пяти фракций с усредненным процентным составом. Каждая фракция частиц имеет свою скорость выпадения V_d , которая может быть откорректирована экспертом, проводящим расчет.

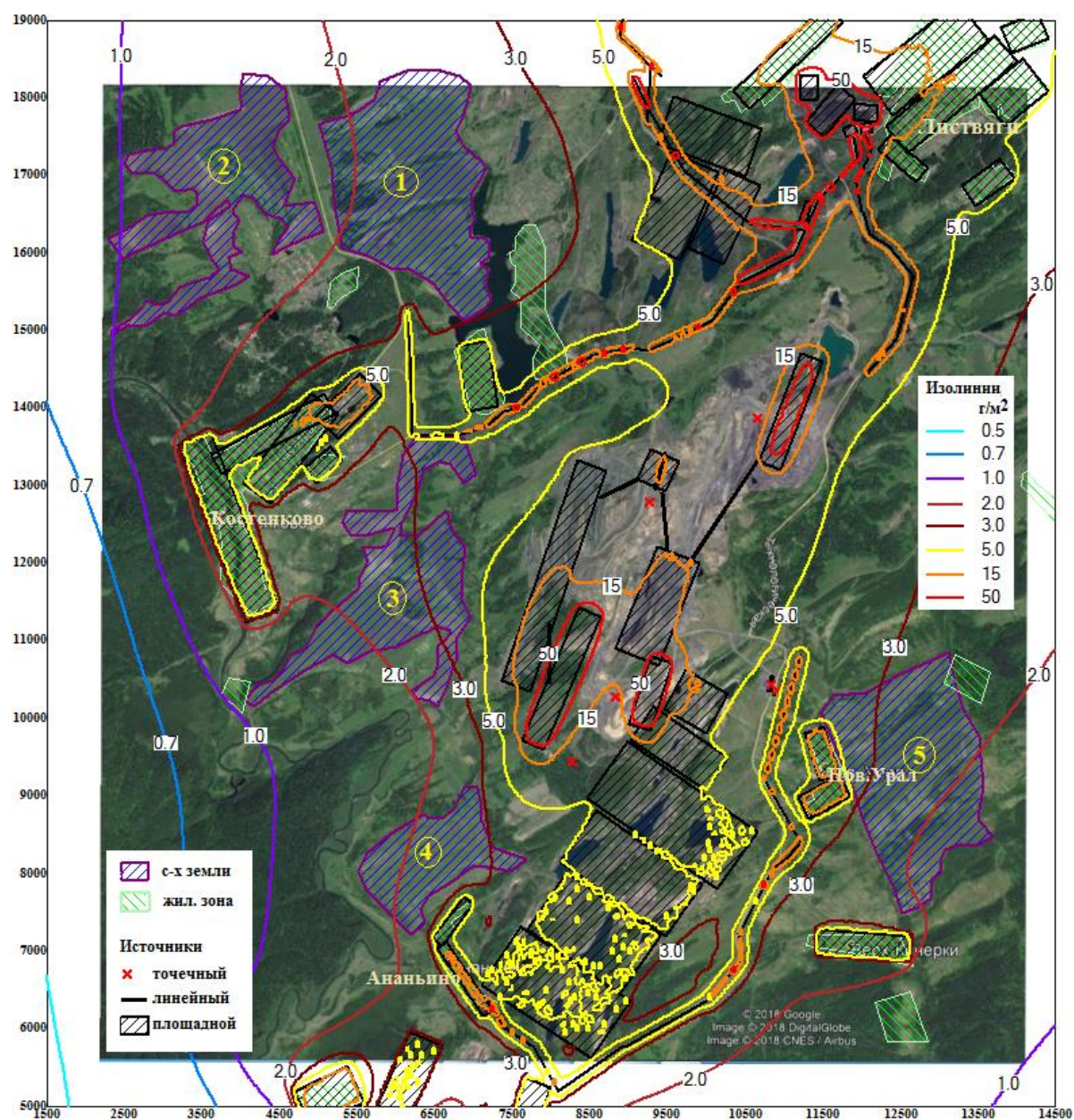


Рисунок 2 – Изолинии расчетного выпадения пылевых частиц в окрестности разреза «Сибэнергоуголь». Расчет на регулярной сетке 13 на 14 км с шагом 50 м. К участку отработки (виден на космоснимке) примыкают сельскохозяйственные земли 1–5

Таблица 1

Разбиение суммарных выбросов пыли по фракционному составу

Класс источника		Класс частиц по размеру, мкм						
		1	2	3	4	5	6	7
Код	Тип	0-5	5-10	10-20	20-30	30-50	50-100	>100
001	Котельная с ручной загрузкой	17	15	15	11	8	5	11
101	Взрывные работы	50	20	15	10	4	0,9	0,1
201	Сдувание с отвалов	95	3	0,9	0,1			
301	Погрузка угля	6	8	-	31	54	-	-
501	Дробление горной массы	20	30	35	13	2	0	-

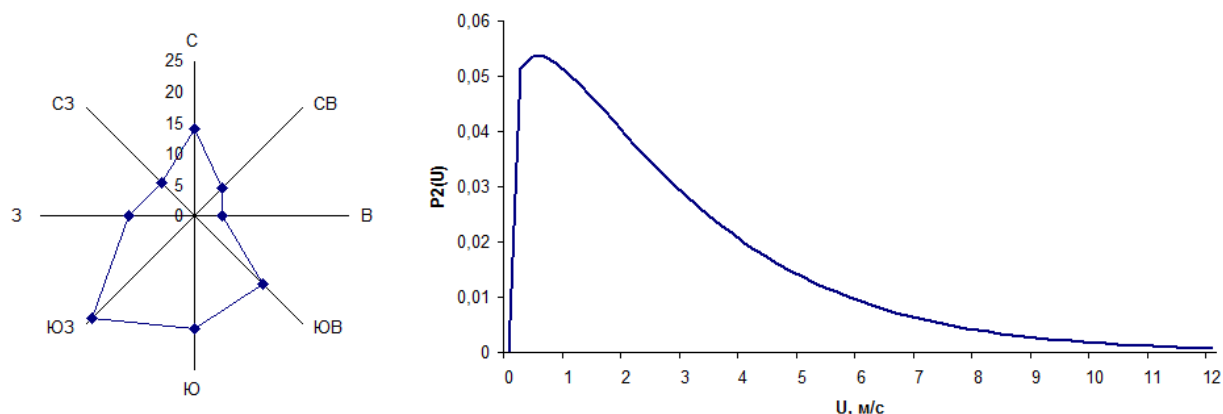


Рисунок 3 – Роза ветров (слева) и плотность распределения скорости ветра за 5-летний период (2009-2013), использованные для расчета пылевых выбросов на СХ земли

Программный комплекс ЭРА позволяет проводить расчеты концентраций в атмосфере и выпадения частиц на поверхность не только на регулярной сетке, но и по произвольному полигону или их совокупности. В случае расчета выпадения частиц доступна возможность рассчитать интегральное выпадение на каждый полигон, что используется для оценки суммарной пылевой нагрузки на бассейны рек, участки СХ земель и т. д. При расчете по полигону программно создается покрытие его внутренней части и границы расчетными точками с заданным шагом (в нашем случае 100 м) к которым добавляются все точки перегиба границы полигона.

Расчетные оценки суммарного годового и удельного (на единицу площади) выпадения всех пылевых частиц, учтенных для расчета при задании выбросов обозначенных выше источников, приведены в таблице 2. При сравнении таблицы 2 и рисунка 2 следует учитывать, что выпадение 1 г/м^2 соответствует 10 кг/га (или 1 т/км^2).

Таблица 2

Характеристики расчетного выпадения промышленной пыли за год из атмосферы на сельскохозяйственные земли в районе ведения горных работ

№	Участок СХ земель	Площадь, га	Суммарное годовое выпадение, кг	Удельное годовое выпадение, кг/га
	Описание			
1	Костенково, сев-восток	453	9785	21,6
2	Костенково, север	323	4684	14,5
3	Костенково, юг	331	9665	29,2
4	Ананьино, север	169	3566	21,2
5	Новый Урал, восток	417	9799	23,5

Таблица 2 показывает, что согласно проведенным расчетным оценкам на все участки СХ земель из атмосферы впадает в год от 15 до 30 кг/га суммарной промышленной пыли, в которой основную долю составляют пыль породы, угля и угольная зола. Наиболее нагруженными являются СХ земли, расположенные к югу от Костенково (участок 3), что объясняется наименьшей удаленностью от участка интенсивного ведения горных работ.

Таким образом, показано что модель расчета выпадения промышленных аэрозолей на подстилающую поверхность позволяет проводить количественные оценки осаждения пылевых частиц на территории СХ земель как от действующих предприятий, так и находящихся на стадии проектирования. Исследования состава угля и породы на участке проведения открытых горных пород на содержание отдельных элементов позволят оценить загрязнение почвы этими элементами. Кроме того, по аналогии с [7] можно провести расчетную оценку выпадения на СХ земли сульфатов, нитратов и других загрязняющих веществ, учтенных в инвентаризации источников загрязнения атмосферы.

Библиографический список

1. Быков А.А., Счастливец Е.Л., Пушкин С.Г. Особенности построения и практического применения локальной модели загрязнений почвы техногенными выбросами пылевых частиц // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – 2007. – № 4. – С. 74-82.
2. Быков А.А., Счастливец Е.Л., Пушкин С.Г., Смирнова О.В. Моделирование загрязнения почвы атмосферными выбросами от промышленных объектов угледобывающего региона // Ползуновский вестник. – 2006. – № 2 – С. 209-217.
3. Быков А.А., Счастливец Е.Л., Пушкин С.Г. Влияние изменчивости распределений метеорологических параметров и дисперсного состава выбросов в атмосферу на модельные оценки осаждения промышленной пыли // Вестник КемГУ. – 2012. – № 4 (52). – Т. 2 – С. 11-18.
4. Справочник по удельным показателям выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для некоторых производств - основных источников загрязнения атмосферы /под ред. Миляева В.Б. – СПб.: НИИ Атмосфера, 2002.
5. Опарин В.Н., Потапов В.П., Гиниятуллина О.Л., Быков А.А., Счастливец Е.Л. Комплексный мониторинг техногенной нагрузки на атмосферу горнопромышленного региона // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2017. – № 5. – С. 162-168.
6. Приказ Минприроды России от 06.06.2017 № 273 «Об утверждении методов расчета рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе» (Зарегистрировано в Минюсте России 10.08.2017 № 47734).
7. Счастливец Е.Л., Быков А.А., Юкина Н.И., Пушкин С.Г. Оценка техногенной нагрузки на бассейны рек горнодобывающего района в южной части Кузбасса // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. – 2015. – № 4. – С. 333-339.

*Potapov V.P., Shastlivcev E.L., Bykov A.A., Yukina N.I.,
Institute of Computational Technologies of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,
Kemerovo branch*

INFLUENCE OF COAL MINING ENTERPRICE ON AGRICULTURAL LANDS OF ADJACENT TERRITORY

Agricultural land near the coal mining enterprise is experiencing a significant man-made press, including the deposition of aerosol pollutants from the atmosphere. The article deals with the calculated assessment of the influence of atmospheric emissions of the open coal mining enterprise and the adjacent sources of background pollution on the areas of agricultural land located in the area. A comparative assessment of the total and specific deposition of aerosols for individual sites is carried out.

Keywords: agricultural land, coal production, air emissions, fallout on the soil, calculation models.

УДК 551.511.61

*Рапута В.Ф.¹, Коковкин В.В.², Ярославцева Т.В.³, Амикишиева Р.А.¹,
¹Институт вычислительной математики и математической геофизики
Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск,
²Институт неорганической химии им. А.В. Николаева
Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск,
³Научно-исследовательский институт гигиены Роспотребнадзора, Новосибирск*

МОДЕЛИ И МЕТОДЫ НАЗЕМНОГО И СПУТНИКОВОГО МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Предложены модели реконструкции полей аэрозольных выпадений примеси в локальном и региональном масштабе от точечных и распределенных источников. Проведены примеры их апробации на данных мониторинга загрязнения снежного покрова. С помощью зимних спутниковых снимков изучены ореолы выноса взвешенных веществ на земли сельскохозяйственного назначения от крупных промышленных предприятий Новосибирской области. Установлены функциональные связи между изображениями ореолов и данными наземного мониторинга.

Ключевые слова: атмосфера, загрязнение, аэрозольная примесь, модель реконструкции, оценка, мониторинг, снежный покров, спутниковые изображения, тона серого цвета.