

Крымская О.В.<sup>1</sup>, Лебедева М.Г.<sup>2</sup>, Петина М.А.<sup>3</sup>

## ВНУТРИГОДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА САМООЧИЩЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

### АННОТАЦИЯ

В настоящее время происходящие климатические изменения требуют уточнения параметров метеорологических условий, обуславливающих рассеяние (накопление) примесей, которые поступают в виде выбросов от промышленных предприятий и автотранспорта. Из-за сокращения пунктов и частоты аэрологического зондирования атмосферы не представляется возможным использовать информацию о вертикальном распределении температуры с необходимой дискретностью. Специалисты стали разрабатывать критерии оценки потенциального накопления поллютантов в атмосферном воздухе на основе данных приземных метеорологических наблюдений.

С использованием данных приземных метеорологических наблюдений суточной размерности Белгородского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, изучены метеорологические условия рассеивания примесей на территории Белгородской области и установлены внутриобластные различия данных характеристик и были произведены расчеты метеорологического потенциала самоочищения атмосферы в регионе. Следует отметить, что предлагаемый метод определения метеорологического потенциала самоочищения атмосферы достаточно информативен и может заменить применение расчетной климатической характеристики потенциала загрязнения атмосферы в условиях сокращения аэрологического зондирования. Территориальное распределение упомянутых характеристик совпадают. Коэффициент самоочищения дает возможность оценить вклад метеорологических явлений и их характеристик в формирование уровня загрязнения атмосферного воздуха.

Расчеты показали, что наиболее неблагоприятные параметры наблюдаются в течение всего года на северо-востоке региона, где в районе освоения КМА имеет место значительная концентрация населения и промышленных объектов, что требует от контролирующих природоохранных организаций дополнительных мер контроля за экологической ситуацией. В то же время, учитывая сезонную периодичность работы перерабатывающих предприятий агропромышленного комплекса, следует отдать предпочтение размещению таких организаций в центральных районах области. Исследование метеорологического потенциала самоочищения атмосферы позволяет дать рекомендации по оптимальному варианту размещения техногенных нагрузок в регионе.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** загрязнение атмосферного воздуха, метеорологический потенциал самоочищения атмосферы, коэффициент самоочищения атмосферы.

---

<sup>1</sup> Белгородский государственный университет, ул. Победы, 85, 308015, Белгород, Россия, *e-mail*: krymskaya@bsu.edu.ru

<sup>2</sup> Белгородский государственный университет, ул. Победы, 85, 308015, Белгород, Россия, *e-mail*: lebedeva\_m@bsu.edu.ru

<sup>3</sup> Белгородский государственный университет, ул. Победы, 85, 308015, Белгород, Россия, *e-mail*: patina\_m@bsu.edu.ru

**Olga V. Krymskaya<sup>1</sup>, Maria G. Lebedeva<sup>2</sup>, Maria A. Petina<sup>3</sup>**

## **INTRA-ANNUAL VARIABILITY OF METEOROLOGICAL POTENTIAL OF SELF-PURIFICATION ATMOSPHERIC AIR IN THE BELGOROD REGION**

### **ABSTRACT**

Currently, the ongoing climate changes require the specification of meteorological parameters that cause the dispersion (accumulation) of impurities that come in the form of emissions from industrial enterprises and motor transport. Due to the reduction of the points and the frequency of the aerological sounding of the atmosphere it is not possible to use the information on the vertical distribution of temperature with the necessary discreteness. Experts began to develop criteria for assessing the potential accumulation of pollutants in atmospheric air on the basis of surface meteorological observations.

Using surface meteorological observations of the daily dimension of the Belgorod center for Hydrometeorology and environmental monitoring, meteorological conditions for dispersion of impurities in the Belgorod region were studied, intra-regional differences of these characteristics were established, and calculations of meteorological potential of self-purification of the atmosphere in the region were made. The proposed method for determining the meteorological potential of self-purification of the atmosphere is sufficiently informative and can replace the use of the calculated climatic characteristics of the potential for air pollution in the conditions of reduction of aerological sounding. The territorial distribution of the mentioned characteristics are the same. The self-purification factor makes it possible to evaluate the contribution of meteorological phenomena and their characteristics in the formation of air pollution.

Calculations have shown that the most unfavorable parameters are observed throughout the year in the North-East of the region, where there is a significant concentration of population and industrial facilities in the area of development of KMA, which requires additional measures to control the environmental situation from controlling environmental organizations. At the same time, considering seasonal frequency of work of the processing enterprises of agro industrial complex, it is necessary to give preference to placement of such organizations in the Central regions of area. The study of the meteorological potential of self-purification of the atmosphere makes it possible to give recommendations on the optimal variant of the placement of technogenic loads in the region.

**KEYWORDS:** air pollution, meteorological self-purification capacity of the atmosphere, self-purification of the atmosphere factor.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Влияние различных видов хозяйственной деятельности в староосвоенном регионе на окружающую среду – один из главных, но не единственный фактор, под влиянием которого формируется определенный уровень загрязнения атмосферы [Корнилов и др., 2005; Чендев, Петин, 2006]. Немаловажное значение при этом имеют природные факторы, главным из которых является способность атмосферы к самоочищению [Переведенцев, Хабутдинов, 2012; Крымская, Лебедева и др., 2016]. В 80-х годах прошлого века для территории СССР специалистами Главной Геофизической Обсерватории им. А.И. Воейкова была составлена «Карта потенциала загрязнения атмосферы (ПЗА)». В основе карты была использована специальная климатическая информация, включающая данные аэрологических наблюдений

<sup>1</sup> Belgorod State University, Pobedy str., 85, 308015, Belgorod, Russia, *e-mail:* krymskaya@bsu.edu.ru

<sup>2</sup> Belgorod State University, Pobedy str., 85, 308015, Belgorod, Russia, *e-mail:* lebedeva\_m@bsu.edu.ru

<sup>3</sup> Belgorod State University, Pobedy str., 85, 308015, Belgorod, Russia, *e-mail:* patina\_m@bsu.edu.ru

и метеорологических станций [Безуглая, 1980]. В результате полученная информация была включена в нормативные документы для учета климатических факторов при строительстве. Региональная карта ПЗА была подготовлена при создании Атласа «Природные ресурсы и экологическое состояние Белгородской области» в 2005 [Атлас..., 2005].

В настоящее время происходящие климатические изменения требуют уточнения параметров метеорологических условий, обуславливающих рассеяние (накопление) примесей, которые поступают в виде выбросов от промышленных предприятий и автотранспорта. Из-за сокращения пунктов и частоты аэрологического зондирования атмосферы не представляется возможным использовать информацию о вертикальном распределении температуры с необходимой дискретностью. Специалисты стали разрабатывать критерии оценки потенциального накопления поллютантов в атмосферном воздухе на основе данных приземных метеорологических наблюдений. Задачей данного исследования было подготовка карт, отражающих распределение метеорологического потенциала самоочищения атмосферы на территории региона в начале текущего столетия.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве исходных материалов использованы данные приземных метеорологических наблюдений суточной размерности Белгородского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (метеостанция Богородицкое Фенино, расположенная на севере области, Готня – на западе, Белгород – в центре, Новый Оскол – на востоке и Валуйки – на юго-востоке области) за период 1998–2016 гг.

Для оценки экологического состояния атмосферы был предложен коэффициент самоочищения, разработанный Т.С. Селегей [Селегей, 1989], с учетом изменений, сформулированных С.С. Андреевым [Андреев, 2010].

Коэффициент самоочищения атмосферы ( $K_m$ ) по методике Т.С. Селегей определяется как отношение повторяемости условий, способствующих накоплению примесей (слабых ветров и туманов) к повторяемости условий, содействующих удалению примесей (сильных ветров и осадков).

$$K_m = (P_{сл} + P_{тум}) / (P_{сил} + P_{ос}), \quad (1)$$

где  $P_{сл}$  – повторяемость слабого ветра (0–1 м/с);  $P_{сил}$  – повторяемость скорости ветра  $\geq 6$  м/с;  $P_{тум}$  – повторяемость туманов;  $P_{ос}$  – повторяемость осадков  $\geq 0$ –5 мм.

С.С. Андреев при расчете потенциала самоочищения атмосферы предложил вместо повторяемости туманов учитывать повторяемость среднесуточной относительной влажности  $\geq 80\%$  ( $P_{f \geq 80\%}$ ).

Очевидно, что в предложенной формуле  $K_m$  характеризует условия накопления примесей, а не рассеивания. Поэтому Ю.П. Переведенцев [Переведенцев, Хабутдинов, 2012] предложил оценивать способность атмосферы к самоочищению с помощью коэффициента, рассчитываемого по следующей формуле:

$$K'_m = (P_{сил} + P_{ос}) / (P_{сл} + P_{f \geq 80\%}). \quad (2)$$

Метеорологический потенциал самоочищения атмосферы учитывает факторы, способствующие как загрязнению атмосферы, так и ее самоочищению. Чем больше по абсолютной величине метеорологический потенциал самоочищения атмосферы  $K'_m$ , тем лучше условия для рассеивания примесей в атмосфере. Если  $K'_m$  больше 1, то повторяемость процессов, способствующих самоочищению атмосферы, преобладает над повторяемостью процессов, содействующих накоплению в ней вредных веществ. Если  $K'_m$  меньше 1, то преобладают процессы, способствующие накоплению загрязняющих веществ.





Рис. 3. Характеристики метеорологического потенциала самоочищения атмосферного воздуха в Белгородской области весной  
Fig. 3. Characteristics of meteorological potential of self-purification of atmospheric air in the Belgorod region in the spring



Рис. 4. Характеристики метеорологического потенциала самоочищения атмосферного воздуха в Белгородской области летом  
Fig. 4. Characteristics of meteorological potential of self-purification of atmospheric air in the Belgorod region in the summer

Изменчивость среднегодовых значений  $K_m$  находится в интервале 0,56–2,63. Максимальная изменчивость среднегодовых значений коэффициента самоочищения отмечена в Белгороде (1,7), минимальная – в Готне (0,79) и Валуйках (0,89). Подобные различия обусловлены как орографией местности, так и территориальными различиями в повторяемости элементов циркуляции атмосферы [Лебедева, Крымская, 2016].



Рис. 5. Характеристики метеорологического потенциала самоочищения атмосферного воздуха в Белгородской области осенью  
Fig. 5. Characteristics of meteorological potential of self-purification of atmospheric air in the Belgorod region in the autumn

Полученные результаты хорошо согласуются с требованиями руководящих документов по оценке состояния уровня загрязнения атмосферного воздуха<sup>1</sup>, что позволяет использовать их при подготовке материалов для природоохранных органов.

## ВЫВОДЫ

Предлагаемый метод определения метеорологического потенциала самоочищения атмосферы достаточно информативен и может заменить применение расчетной климатической характеристики потенциала загрязнения атмосферы в условиях сокращения аэрологического зондирования. Территориальное распределение упомянутых характеристик совпадает.

Расчеты показали, что изменчивость коэффициента самоочищения атмосферы существенно различается, как внутрисезонно по территории области, так и пространственно. Наиболее неблагоприятные параметры формируются в течение всего года на северо-востоке региона, где в районе освоения КМА наблюдается значительная концентрация населения и промышленных объектов, что требует от контролирующих природоохранных организаций дополнительных мер контроля экологической ситуации. Сезонная периодичность работы перерабатывающих предприятий агропромышленного комплекса позволяет отдать предпочтение размещению таких организаций в центральных районах области, где в осенних период формируются благоприятные условия для рассеяния вредных примесей в атмосфере.

Учитывая плотность расположения предприятий-загрязнителей на северо-востоке области, связанных с добычей и переработкой железной руды в районе Губкинско-Старооскольской агломерации, наличия крупных населенных пунктов, попадающих в зону влияния объектов КМА (Старый Оскол и Губкин), близкое расположение территории за-

<sup>1</sup> РД 52.04.667-2005. Документы о состоянии загрязнения атмосферы в городах для информирования государственных органов, общественности и населения / Общие требования к разработке, построению, изложению и содержанию. М.: Метеоагентство Росгидромета, 2006. 52 с.

поведника Белогорье (участок Ямская степь), природоохранным организациям необходимо уделять особое внимание постоянному выполнению комплекса природоохранных мероприятий, связанных со снижением выбросов вредных веществ в атмосферу именно в этой части области.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Андреев С.С.* Климатический ресурс и комфортность территории Южного федерального округа России. Автореф. дис. ... докт. геогр. наук. СПб., 2010. 37 с.
2. Атлас Природные ресурсы и экологическое состояние Белгородской области. Белгород: БГУ, 2005. 179 с.
3. *Безуглая Э.Ю.* Метеорологический потенциал и климатические особенности загрязнения воздуха городов. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 184 с.
4. *Корнилов А.Г., Петин А.Н., Назаренко Н.В.* Проблемы экологической безопасности Белгородской области и управления рациональным природопользованием. Проблемы региональной экологии. 2005. Т. 6. С. 38–52.
5. *Крымская О.В., Лебедева М.Г., Бузакова И.В., Сторожилова Е.Ю.* Метеорологический потенциал самоочищения атмосферного воздуха в Белгородской области. Научные ведомости БелГУ. Сер. Естественные науки. 2016. 4 (225). Вып. 34. С. 117–122, 124–129.
6. *Переведенцев Ю.П., Хабутдинов Ю.Г.* Метеорологический потенциал самоочищения и качество атмосферного воздуха в Казани в последние десятилетия. Вестник Удмуртского университета. 2012. Вып. 3. С. 23–28.
7. *Селегей Т.С.* Метеорологический потенциал самоочищения атмосферы Сибирского экономического района. Тр. Зап. Сиб. НИИ. 1989. Вып. 86. С. 84–89.
8. *Чендев Ю.Г., Петин А.Н.* Естественные изменения и техногенная трансформация компонентов окружающей среды староосвоенных регионов (на примере Белгородской области). М.: Белгородский гос. ун-т, 2006. С. 124.

### REFERENCES

1. *Andreev S.S.* Resource and climatic comfort in the southern Federal district of Russia. Author. thesis of the doctor of the geographer. Sciences. St. Petersburg, 2010. 37 p. (in Russian).
2. *Bezuglaya E.Y.* The potential meteorological and climatic features of the air pollution in. L.: Gidrometeoizdat, 1980. 184 p. (in Russian).
3. *Chendev Yu.G., Petin A.N.* Natural changes and anthropogenic transformation of the components of the environment long developed regions (by the example of Belgorod region). M.: Belgorod state Univ., 2006. 124 p. (in Russian).
4. *Kornilov A.G., Petin A.N., Nazarenko N.* The problems of ecological safety of the Belgorod region administration and environmental management. Problems of regional ecology, 2005. V. 6. P. 38–52 (in Russian).
5. *Krymskaya O.V., Lebedeva M.G., Butakova I.V., Storozhilova E.Yu.* Meteorological potential of self-purification of atmospheric air in the Belgorod region. Scientific statements of the Belarusian state University. Series of Natural Sciences. 2016. 4 (225). V. 34. P. 124–129 (in Russian).
6. *Perevedentsev Yu.P., Khabutdinov Y.G.* Meteorological potential of self-purification and the quality of atmospheric air in Kazan in the last decade. Bulletin of Udmurt University. 2012. V. 3. P. 23–28 (in Russian).
7. *Seleguei T.S.* Meteorological potential of atmosphere self-cleaning of the Siberian economic region. Tr. Zap. Sib. Sri. 1989. V. 86. P. 84–89 (in Russian).
8. The Atlas of Natural resources and the ecological state of the Belgorod region. Belgorod, BSU, 2005. 179 p. (in Russian).