



Земля – Луна вокруг общего центра масс, а также гармоника  $T_{\odot}$ , соответствующая среднему периоду обращения активных областей Солнца.

Проявлений 11-летнего цикла солнечной активности и периодических изменений инсоляции, вызванных планетными возмущениями орбиты Земли, нами не обнаружено. В ходе солнечного цикла, наряду с большими вариациями потоков жесткого УФ-излучения и рентгеновского, наблюдается также изменение инсоляции с амплитудой около  $1 \text{ Вт/м}^2$ . Отсутствие проявлений этого цикла можно было бы объяснить сравнительно малой длиной нашего ряда. Однако анализ более продолжительных рядов среднегодовых температур различных пунктов также не дает однозначных свидетельств в пользу связи их изменений с солнечной активностью [17].

Две главные гармоники изменения инсоляции  $J_0$  и  $J_1$ , вызванные планетными возмущениями, имеют периоды около года и вполне могли бы проявить себя. Отсутствие в спектре мощности соответствующих пиков свидетельствует либо о том, что их влияние слишком мало, либо оно в значительной степени подавляется шумовыми флуктуациями. То же самое можно сказать в отношении гармоник, соответствующих квазидвухлетнему циклу и чандлеровскому периоду движения полюса Земли. Хотя эти циклы часто проявляются в различных геофизических явлениях, отсутствие соответствующих пиков в спектре свидетельствует о слабости их влияния на температуру нижних слоев атмосферы.

#### Библиографический список

1. Авдюшин С.И., Данилов А.Д. Солнце, погода и климат: сегодняшний взгляд на проблему. (Обзор) // Геомагнетизм и аэрономия. 2000. Т. 40, № 5. С. 3–14.
2. Монин А.С., Шишков Ю.А. Климат как проблема физики // Успехи физ. наук. 2000. Т. 170, № 4. С. 419–445.
3. Сидоренков Н.С. Атмосферные процессы и вращение Земли. СПб.: Гидрометеоздат, 2002. 200 с.

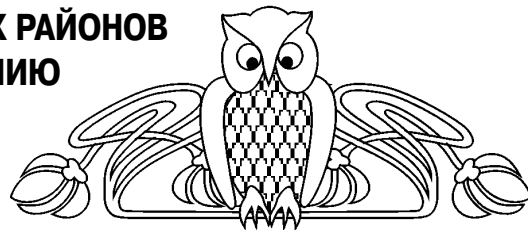
4. Авсюк Ю.Н. Приливные силы и природные процессы. М.: Объединенный ин-т физики Земли им. О.Ю. Шмидта, 1996. 188 с.
5. Wunsch C. Moon, tides and climate // Nature. 2000. Vol. 405, P. 743–744.
6. Treloar N.C. Luni – solar tidal influences on climate variability // Intern. J. of Climatology. 2002. Vol. 22, № 12. P. 1527–1542.
7. Богданов М.Б., Сурков А.Н. Короткопериодные изменения инсоляции, вызванные планетными возмущениями орбиты Земли // Метеорология и гидрология. 2006. № 1. С. 48–54.
8. Богданов М.Б., Катрущенко А.В., Сурков А.Н. Изменения инсоляции, вызванные планетными возмущениями орбиты Земли и вариацией солнечной постоянной // Изв. Сарат. ун-та. Сер. Науки о Земле. 2006. Т. 6, вып. 1. С. 3–9.
9. Богданов М.Б., Катрущенко А.В. Изменения инсоляции, вызванные влиянием Луны // Изв. Сарат. ун-та. Сер. Науки о Земле. 2008. Т. 8, вып. 1. С. 3–6.
10. Klein Tank A.M.G., Wijngaard J.B., Konnen G.P. et al. Daily dataset of 20th-century surface air temperature and precipitation series for the European Climate Assessment // Intern. J. of Climatology. 2002. Vol. 22. P. 1441–1453.
11. Дженкинс Г., Ваттс Д. Спектральный анализ и его приложения. М.: Мир, 1972. 603 с.
12. Максимов И.В. Геофизические силы и воды океана. Л.: Гидрометеоздат, 1970. 447 с.
13. Аллен К.У. Астрофизические величины. М.: Мир, 1977. 446 с.
14. Pettit E. Lunar radiation as related to phase // Astrophys. J. 1935. Vol. 81. P. 17–36.
15. Чепмен С., Линдзен Р. Атмосферные приливы: термические и гравитационные. М.: Мир, 1972. 296 с.
16. Zurek R.W. The form of Newtonian cooling in atmospheric tidal theory // Pure and Applied Geophys. 1985. Vol. 123. P. 921–929.
17. Герман Дж.Р., Голдберг Р.А. Солнце, погода и климат. Л.: Гидрометеоздат, 1981. 319 с.

УДК 502.3

## СПОСОБНОСТЬ АТМОСФЕРЫ РАЗЛИЧНЫХ РАЙОНОВ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ К САМООЧИЩЕНИЮ

С.Н. Лапина, Е.А. Полянская, Л.М. Фетисова, Н.А. Фетисова

Саратовский государственный университет,  
кафедра метеорологии и климатологии  
E-mail: kafmeteo@sgu.ru



В статье приводятся результаты исследования способности атмосферы к самоочищению в Саратове и Саратовской области. Проанализирована динамика коэффициента самоочищения атмосферы в различных районах Саратовской области в теплый и холодный сезоны за многолетний период и 2000–2004 гг. Формула расчета коэффициента самоочищения атмосферы адап-

тирована к региональным климатическим условиям. Построены карты-схемы районирования территории Саратова по коэффициенту самоочищения атмосферы. Исследование метеорологического потенциала самоочищения атмосферы имеет практическое значение при определении оптимального распределения техногенных нагрузок на окружающую среду.



**Ключевые слова:** атмосфера, Саратовская область, самоочищение.

#### Ability of Atmosphere in Self-Purification in Various Districts of the Saratov Region

S.N. Lapina, E.A. Polyanskaya, L.M. Fetisova,  
N.A. Fetisova

In the article results of research concerning ability of atmosphere in self-purification in Saratov and the Saratov region are presented. Dynamics of the atmospheric self-purification coefficient in various areas of the Saratov region is analysed during warm and cold seasons for the long-term period and from 2000 to 2004. The formula of the atmospheric self-purification coefficient's calculation is improved according to regional climate conditions. Maps of spatial differences in atmospheric ability for self-purification on the territory of Saratov are constructed. Research of meteorological potential of atmospheric self-purification has practical value for definition of the best distribution of technogenic pressure on environment.

**Key words:** atmosphere, Saratov Region, self-cleansing.

Сложная экологическая обстановка в некоторых регионах России обусловила необходимость разработки методов, позволяющих реально оценить состояние экосистемы, чтобы затем перейти к рациональному природопользованию.

Загрязнение атмосферного воздуха остается одним из ведущих факторов окружающей среды, оказывающих негативное влияние на здоровье населения. В сотне городов и поселков страны среднегодовые уровни загрязнения атмосферного воздуха превышают санитарно-гигиенические нормы. Наиболее негативное воздействие на атмосферный воздух оказывают промышленность и автомобильный транспорт.

С 2000 г. параллельно с восстановлением экономического роста в стране отмечается ежегодный рост объемов выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников в среднем на 1,5–2% в год.

В последние годы растет число городов, в которых население подвержено постоянно возрастающему воздействию загрязняющих веществ в атмосфере.

Основными причинами изменчивости загрязнения воздуха в городе являются колебания количества выбросов и метеорологические условия. При одних и тех же параметрах выбросов загрязненность воздуха сильно колеблется в зависимости от метеорологических факторов. Во многих работах показана сложная и неоднозначная зависимость между содержанием вредных примесей в городском воздухе и метеорологическими условиями. На кафедре метеорологии и климатологии ранее было проведено исследование связи уровня загрязнения воздуха с отдельными метеорологическими величинами, а также с типами погоды, которые представляют собой комплекс метеорологических величин [1].

Многие авторы делают вывод о целесообразности использования не отдельных метеорологи-

ческих элементов, а комплекса характеристик, соответствующих определенной метеорологической ситуации [2, 3].

Наибольшее применение при анализе влияния метеорологических условий на уровень загрязнения атмосферы, а также при экспертизе и проектировании строящихся предприятий получил потенциал загрязнения атмосферы (ПЗА), разработанный в Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова [4].

Потенциал загрязнения атмосферы включает в себя повторяемость приземных инверсий температуры, скорости ветра 0–1 м/с, застоев воздуха, туманов, т.е. практически все факторы, способствующие накоплению вредных примесей в атмосфере.

В некоторых работах предложена принципиально иная методика, учитывающая факторы, которые способствуют как загрязнению атмосферы, так и рассеиванию примесей. Условиями, при которых происходит самоочищение атмосферного воздуха, предлагается считать повторяемость дней с сильным ветром и осадками.

Установлено, что скорость ветра, при которой вредные вещества выносятся из города, должна быть не менее 6 м/с. Количество выпавших осадков, способное очистить атмосферу от загрязнения, должно составлять  $\geq 0,5$  мм в сутки.

На основании анализа указанных факторов Т.С. Селегей [3] предлагает расчет метеорологического потенциала рассеивающей способности атмосферы (МПА), определяемого по формуле

$$\text{МПА} = (\text{Рш} + \text{Рт}) / (\text{Ро} + \text{Рв}), \quad (1)$$

где Рш, Рт, Ро, Рв – повторяемость скоростей ветра 0–1 м/с, дней с туманом, дней с осадками  $\geq 0,5$  мм и скоростей ветра  $\geq 6$  м/с соответственно.

Соотношение (1) позволяет рассчитать потенциал самоочищения атмосферы на основе стандартных метеорологических наблюдений.

Следует отметить, что чем выше значение МПА (по Т. Селегей), тем хуже условия самоочищения атмосферы. Логичнее считать, что большие значения МПА должны характеризовать лучшие условия для рассеивания примесей. Поэтому нами был применен коэффициент самоочищения атмосферы К, обратный МПА:

$$K = 1 / \text{МПА}. \quad (2)$$

Таким образом, коэффициент самоочищения атмосферы определяется как отношение повторяемости условий, благоприятствующих удалению примесей из атмосферы, к повторяемости условий, способствующих накоплению загрязнителей.

Для тех районов, в которых число дней с туманами невелико, но значительна повторяемость приземных задерживающих слоев (ПЗС) (как, например, в Саратове), при расчете К целесообразно учитывать вместо повторяемости туманов Рт повторяемость ПЗС (Рин), которая рассчитывалась по уравнению линейной регрессии [2],



уточненному авторами применительно к условиям Саратовской области. Тогда

$$K = (P_v + P_o / P_{ш} + P_{ин}). \quad (3)$$

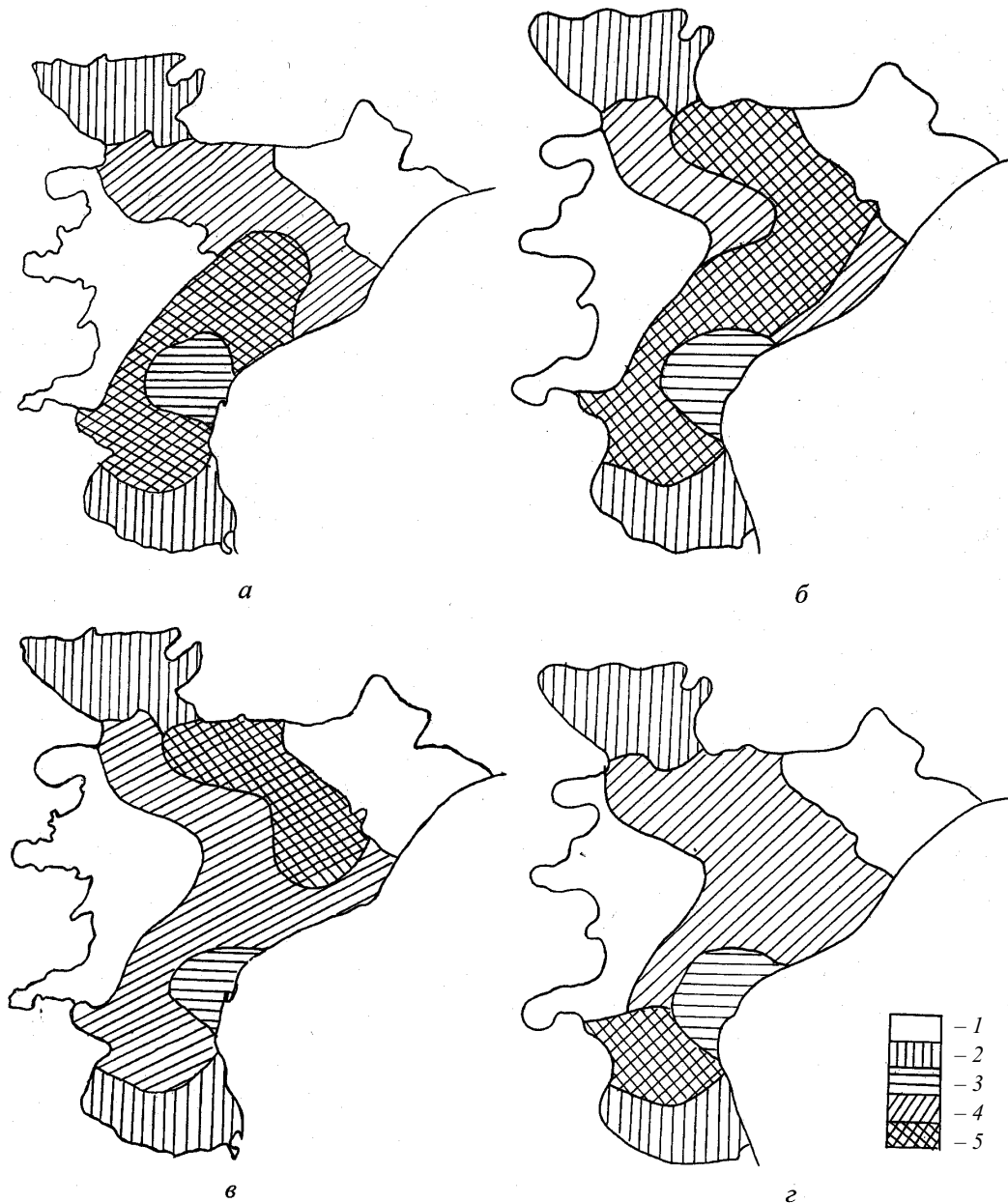
Предлагаются следующие критерии оценки: при  $K > 1,25$  формируются условия, благоприятные для рассеивания примесей, при  $1,25 \geq K > 0,8$  – относительно благоприятные, при  $0,8 \geq K > 0,4$  – относительно неблагоприятные, при  $0,4 \geq K > 0,25$  – неблагоприятные, при  $K \leq 0,25$  – крайне неблагоприятные.

Коэффициент самоочищения атмосферы позволяет оценить вклад метеорологических явле-

ний и их характеристик в формирование уровня загрязнения воздуха.

Ранее была проведена оценка самоочищения атмосферы для Саратова. Сложные физико-географические условия Саратова и микроклиматические особенности города формируют различный метеорологический потенциал самоочищения атмосферы по территории города [1].

На рисунке представлены карты-схемы районирования Саратова по коэффициенту самоочищения атмосферы. Как видно, районы с неблагоприятными условиями для рассеивания примесей в основном совпадают во все сезоны.



Карта-схема районирования г. Саратова по метеорологическому потенциалу самоочищения атмосферы зимой (а), весной (б), летом (в) и осенью (г) в 1992–1996 гг. Условия для рассеивания примесей: 1 – благоприятные ( $K > 1,25$ ); 2 – относительно благоприятные ( $1,25 \geq K > 0,8$ ); 3 – относительно неблагоприятные ( $0,8 \geq K > 0,4$ ); 4 – неблагоприятные ( $0,4 \geq K > 0,25$ ); 5 – крайне неблагоприятные ( $K \leq 0,25$ )



Зимой в зоне экологического бедствия находится территория южного промышленного блока, летом наиболее напряженная ситуация формируется в пределах северного промышленного блока. В центральных районах в течение всего года наблюдаются неблагоприятные или крайне неблагоприятные условия для удаления загрязнителей из атмосферы.

В процессе продолжения исследования нами

был произведен расчет коэффициента самоочищения  $K$  по метеостанциям Саратовской области по многолетним значениям метеорологических величин и явлений, представленных в справочниках, а для оценки динамики потенциала загрязнения – по срочным данным за 2000–2004 гг.

Значения коэффициента самоочищения атмосферы по многолетним данным и за 2000–2004 гг. представлены в табл. 1 и 2 соответственно.

Таблица 1

Значение коэффициента самоочищения атмосферы ( $K$ ) на метеостанциях Саратовской области по многолетним данным

| Период года | Метеостанция |                     |         |       |            |         |
|-------------|--------------|---------------------|---------|-------|------------|---------|
|             | Карабулак    | Октябрьский городок | Саратов | Ершов | Новоузенск | Ал. Гай |
| Холодный    | 1,50         | 1,05                | 1,02    | 1,53  | 1,30       | 1,64    |
| Теплый      | 1,26         | 0,77                | 0,94    | 1,26  | 1,09       | 1,53    |

Из табл. 1 видно, что по многолетним данным в холодный период в большинстве районов Саратовской области создаются условия, благоприятные для рассеивания примесей ( $K > 1,25$ ), и лишь в Октябрьском городке и Саратове – относительно благоприятные. В теплый период года благоприятные для рассеивания примесей условия сохраняются на метеостанциях севера Саратовской области (Карабулак) и Левобережья

(Ершов, Ал. Гай), относительно благоприятные в Новоузенске и Саратове ( $1,25 \geq K > 0,8$ ), а на метеостанции Октябрьский городок – относительно неблагоприятные ( $0,8 \geq K > 0,4$ ).

В исследуемое пятилетие (см. табл. 2), так же как и по многолетним данным, на всей территории Саратовской области в холодный период наблюдаются более благоприятные условия для рассеивания, чем в теплый.

Таблица 2

Значение коэффициента самоочищения атмосферы ( $K$ ) на метеостанциях Саратовской области по данным за 2000–2004 гг.

| Период года | Метеостанция |           |         |         |        |            |         |
|-------------|--------------|-----------|---------|---------|--------|------------|---------|
|             | Карабулак    | Сплавнуха | Саратов | Перелюб | Озинки | Новоузенск | Ал. Гай |
| Холодный    | 1,82         | 0,82      | 0,89    | 1,03    | 0,71   | 0,88       | 1,01    |
| Теплый      | 1,88         | 0,43      | 0,45    | 0,68    | 0,43   | 0,59       | 0,82    |

Наилучшие условия для самоочищения имеются лишь на севере Приволжской возвышенности (Карабулак), как относительно благоприятные можно оценить условия для рассеивания примесей в Левобережье.

В теплый период почти на всех метеостанциях, за исключением Карабулака и Ал. Гая, коэффициент самоочищения атмосферы менее 0,8, т.е. на большей части территории атмосфера имеет относительно благоприятные условия к самоочищению.

Из сравнения табл. 1 и 2 видно, что в 2000–2004 гг. почти на всех метеостанциях (за исключением Карабулака) в оба периода года значение  $K$  уменьшилось. Этот факт позволяет сделать вывод, что в последние годы произошло ухудшение условий для рассеивания примесей и самоочищения атмосферы. Особенно это заметно в Левобережье области, где отмечается значительное уменьшение повторяемости скорости ветра более 6 м/с, что имеет место на всей европейской территории России [5].

Исследование метеорологического потенциала самоочищения атмосферы может быть полез-

ным для планирующих организаций при определении оптимального варианта распределения техногенных нагрузок по территории области.

#### Библиографический список

1. Фетисова Л.М., Пузлякова Г.А., Полянская Е.А. и др. Экология атмосферы крупного промышленного центра в условиях сложного рельефа. Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2004. 136 с.
2. Климатические характеристики условий распространения примесей в атмосфере: Справ. пособие. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 228 с.
3. Селегей Т.С., Юрченко И.П. Потенциал рассеивающей способности атмосферы // География и природные ресурсы. 1990. № 2. С. 132–137.
4. Безуглая Э.Ю. Мониторинг состояния загрязнения атмосферы в городах. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 200 с.
5. Меццарская А.В., Борисенков М.М. и др. Мониторинг скорости ветра на водосборе Волги и Урала в XX веке // Метеорология и климатология. 2004. № 3. С. 83–95.