

МЕДИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА
РАССЕИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ АТМОСФЕРЫ
ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Е. Л. Акимов, С. А. Куролап, Л. М. Акимов

Воронежский государственный университет, Россия

Поступила в редакцию 10 ноября 2016 г.

Аннотация: Рассмотрены пространственные различия рассеивающей способности атмосферы на территории Воронежской области. Проведена оценка корреляционной связи заболеваемости населения с коэффициентом самоочищения атмосферы, подтвердившая определенную обусловленность некоторых заболеваний населения характером циркуляции атмосферы.

Ключевые слова: коэффициент самоочищения атмосферы, здоровье населения, корреляционная связь.

Abstract: The spatial differences in the scattering ability of the atmosphere in the Voronezh region have been analyzed. The estimation of correlation coefficient of morbidity with self-purification of the atmosphere, which confirmed certain conditionality of some diseases of the population with the nature of atmospheric circulation, has been carried out.

Key words: coefficient of self-purification of the atmosphere, human health, correlation.

Состояние атмосферы и циркуляция воздушных масс во многом определяют климатическую комфортность жизнедеятельности населения. В современных агропромышленных регионах интенсивного хозяйственного освоения фактор рассеивающей способности атмосферы и ее самоочищения следует рассматривать также как одно из условий формирования регионального аэротехногенного загрязнения, оказывающего определенное воздействие на общественное здоровье, что неоднократно отмечено в урбанизированных регионах [3, 4]. Так, на территории города Воронежа А. В. Назаренко, Л. М. Акимовым, С. А. Куролап и другими учеными отмечена корреляционная связь уровня загрязнения воздуха, стратификации атмосферы, характера циркуляционных процессов и заболеваемости населения [1, 5, 6]. В работе Л. М. Акимова с соавторами [1] проведен анализ сезонной динамики концентрации загрязнения воздушного бассейна Воронежа в зависимости от состояния атмосферы и функциональной планировки города. Проанализирована возможность прогноза загрязнения воздуха по метеорологическим параметрам, выявлена приоритетная роль аэроген-

ного фактора в формировании общественного здоровья. В то же время медико-географическая роль потенциала рассеивающей способности атмосферы на территории Воронежского региона детально не изучалась.

В настоящей статье мы провели анализ связи критериев общественного здоровья с динамикой рассеивающей способности атмосферы в пространственном и временном аспектах на территории Воронежской области.

Следует отметить, что существует опыт анализа факторов самоочищения атмосферы на территории Воронежской области, описанный в работе В. Я. Хрипяковой [8], где привлечены климатические показатели, обеспечивающие энергию процессов и определяющие интенсивность метаболизма. К ним были отнесены данные по среднегодовым многолетним суммам температур выше 0°C, среднегодовым количествам гроз и ясных дней. Данные условия способствуют разрушению многих техногенных примесей. Однако, представленная методика не учитывает параметры, способствующие накоплению загрязнителей, и охватывает процессы только теплого сезона года.

Нивелирование роли сезонного фактора возможно на основе применения методики оценки

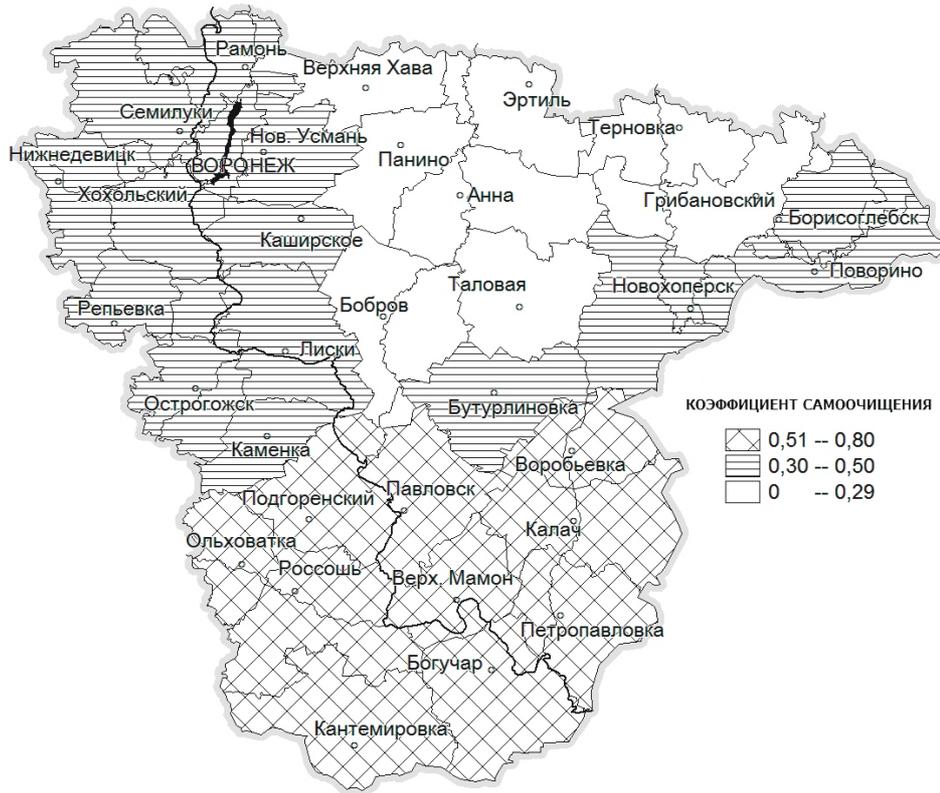


Рис. 1. Среднее многолетнее распределение коэффициента самоочищения атмосферы в Воронежской области (1998-2015 годы)

потенциала рассеивающей способности атмосферы, предложенной Т.С. Селегей [7], в частности, на основе метеорологического потенциала самоочищения атмосферы (K_m), рассчитываемого по формуле (1):

$$K_m = \frac{P_w + P_m}{P_o + P_g}, \quad (1)$$

где повторяемость дней: P_w – со штилем (0-1 м/с); P_m – с туманом; P_o – с осадками $\geq 0,5$ мм; P_g – с ветром ≥ 6 м/с.

Как отмечено Т.С. Селегей [7], одним из основных метеорологических параметров, способствующих накоплению вредных примесей в приземном слое воздуха, является повторяемость малых скоростей ветра 0-1 м/с. Эффект накапливания загрязняющих примесей в атмосфере усиливают туманы, причем, при этом увеличивается и токсичность примесей. Поэтому данные параметры были взяты как факторы, способствующие загрязнению атмосферы. В качестве факторов, обеспечивающих очищение атмосферного воздуха, предложено считать повторяемость дней с сильным ветром, способным вынести вредные примеси из очага загрязнения (не менее 6 м/с), а также

повторяемость дней с осадками, которые путем вымывания очищают атмосферный воздух.

В случае если $K_m > 1$, то условия накопления примесей преобладают над условиями, способствующими их рассеиванию, и, наоборот, чем меньше K_m , тем лучше условия для рассеивания.

В качестве исходной метеорологической информации для анализа потенциала рассеивающей способности атмосферы Воронежской области нами использованы ежедневные метеорологические характеристики, описывающие состояние атмосферы в основные сроки наблюдений (каждые 3 часа), за период с 1998 по 2015 год, по 9 опорным метеорологическим станциям Воронежской области. Используемые исходные данные размещены на официальном сайте Росгидромета РФ (Метеоцентр – URL: <http://meteocenter.net/>).

Пространственное распределение среднего многолетнего коэффициента самоочищения атмосферы на территории Воронежской области за период 1998-2015 годов представлено на рисунке 1. Для охвата всей территории области применен метод интерполяции значений опорных метеостанций.

Из рисунка 1 видно, что на территории Воронежской области в целом наблюдаются благопри-

Степень связи показателей заболеваемости взрослого населения с параметром K_m на территории Воронежской области

Основные классы болезней и отдельные заболевания	Коэффициенты корреляции (r)
Болезни органов дыхания	0,44
Болезни мочеполовой системы	0,31
Новообразования / все формы / <i>В том числе рак предстательной железы у мужчин</i>	-0,06 0,26
Болезни крови, кроветворных органов	0,15
Репродуктивная патология	0,14
Болезни системы кровообращения	0,05
Болезни эндокринной системы	0,04
Общая заболеваемость	0,03
Болезни кожи и подкожной клетчатки	-0,04
Болезни нервной системы	-0,05
Болезни органов пищеварения	-0,09
Инфекционные и паразитарные болезни	-0,14

ятные условия рассеивания загрязняющих веществ, а распределение коэффициента самоочищения атмосферы носит выраженный субширотный характер и колеблется в пределах от 0,75 на юге области до 0,10 на севере и в центральной части, расположенной на Окско-Донской низменности. Такое распределение коэффициента самоочищения атмосферы обусловлено влиянием различных климатообразующих факторов, подробно исследованных Л. М. Акимовым [2], а именно: малые значения коэффициента самоочищения на Окско-Донской низменности определяются, прежде всего, циклональным характером циркуляции атмосферы над исследуемым районом, а также наличием «аэродинамического коридора», способствующего усилению ветра. Юг области (Кантемировка, Богучар, Петропавловка, Калач), наоборот, находятся под влиянием антициклонального режима и, следовательно, отличаются большей повторяемостью туманов и слабых ветров, что не способствует самоочищению атмосферы. Определенные закономерности климатической дифференциации также связаны с проходящей по территории области климатической оси Воейкова, влияющей на циркуляционные процессы в атмосфере.

Медико-географическая оценка состояния здоровья населения проведена на основе базы данных по параметрам общественного здоровья Воронежской области по территории 32 муниципальных районов и 2 городских округов (Воронежский, Борисоглебский). База данных по заболеваемости

населения сформирована за период с 1998 по 2015 год по основным классам болезней и детальнее – по злокачественным новообразованиям, отдельно по взрослому и детскому населению (число случаев заболеваний на 1000 населения соответствующего возраста). Всего проанализировано 16 критериев общественного здоровья, включая общую заболеваемость населения. Исходные данные по состоянию здоровья населения предоставлены Центром гигиены и эпидемиологии в Воронежской области, а по злокачественным новообразованиям – Воронежским областным онкологическим диспансером.

С целью выявления влияния самоочищения атмосферы на здоровье населения проведен корреляционный анализ между показателями заболеваемости взрослого и детского населения в районах области с коэффициентом самоочищения как по средним многолетним данным за 18-летний период (таблица), так и по временным рядам изменения данных параметров в каждом муниципальном районе и городских округах.

Более значимые корреляции отмечены по взрослому населению, а по детскому населению большинство корреляций близки к нулю, что свидетельствует о временном факторе проявления метеозависимых заболеваний, обычно для лиц старше 40 лет. Из таблицы видно, что наибольшие значения коэффициента корреляции средней степени наблюдаются между параметром самоочищения K_m и средними многолетними показателями

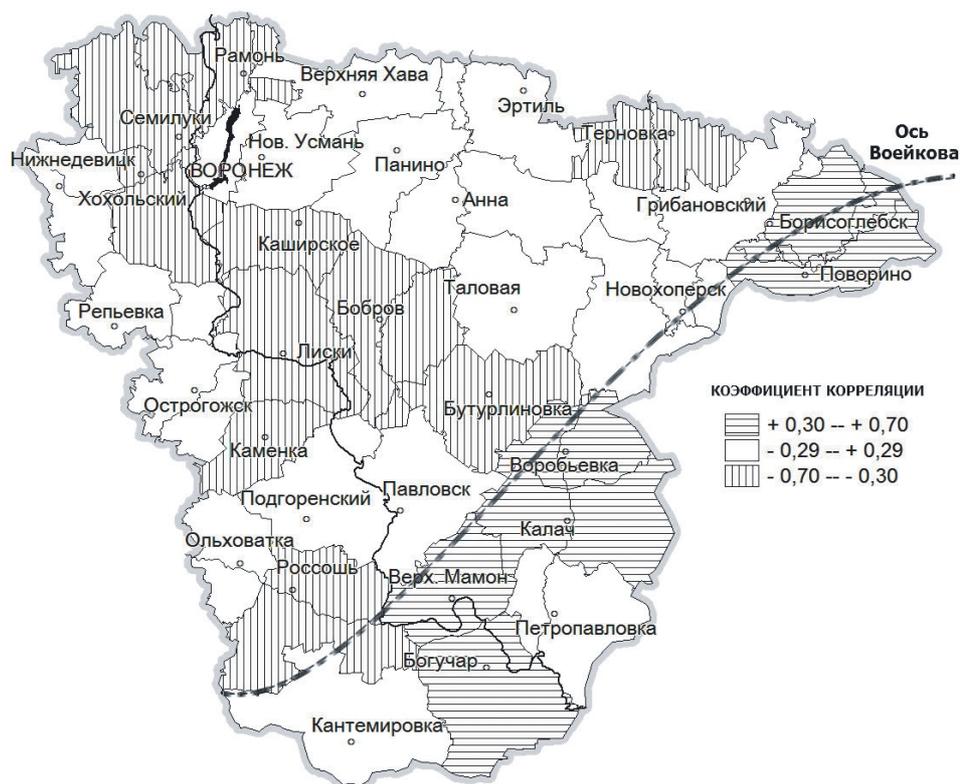


Рис. 2. Пространственное распределение коэффициентов корреляции параметра самоочищения атмосферы с заболеваемостью болезнями органов дыхания взрослого населения в Воронежской области

заболеваемости населения болезнями органов дыхания ($r=0,44$), мочеполовой системой ($r=0,31$), раком предстательной железы ($r=0,26$). Положительная связь свидетельствует, что в районах с уменьшением рассеивающей способности атмосферы относительно среднеобластного уровня и, видимо, повышением загрязнения воздуха населенных мест, заболеваемость населения возрастает. Причем, наиболее чувствительными являются органы дыхания, мочеполовая система и предстательная железа мужского населения. Аналогичная слабая тенденция прослеживается также с репродуктивной патологией и болезнями крови. По большинству других классов болезней, в том числе новообразованиям в целом значимых корреляций не отмечается, а инфекционная патология, наоборот, возрастает в районах с более сильными ветрами и повторяемостью дней с осадками.

Разнонаправленность корреляционных связей определяется неоднозначностью влияния исследуемых метеопараметров на человека. Например, высокая скорость ветра в одних случаях способствует разрушению инверсии и очищению атмосферы, а, в других – в холодные периоды года вызывает дополнительное охлаждение организма, что негативно влияет на общественное здоровье.

Неоднозначность связей особенно наглядно проявилась при корреляционном анализе временных рядов по отдельным районам области. Так, пространственное распределение коэффициента корреляции между параметром самоочищения атмосферы K_m и заболеваемостью болезнями органов дыхания взрослого населения в Воронежской области представлено на рисунке 2.

На рисунке 2 умеренная ($r=0,30-0,50$) и заметная ($r=0,50-0,70$) корреляционные связи, согласно шкалы Чеддока, показаны вертикальной (отрицательные значения коэффициента корреляции) и горизонтальной (положительные значения) линиями штриховки.

Из рисунка видно, что в распределении коэффициентов корреляции четко просматривается циркуляционный фактор атмосферы. В районах, расположенных к северо-западу от оси Воейкова и подверженных циклональной циркуляции, знак корреляционной связи отрицательный и обусловлен влиянием холодных, влажных ветров с Атлантики (повышение самоочищения при возрастании «жесткости» погоды в холодный период на фоне более сильных прохладных ветров способствует росту заболеваемости). Фактор загрязнения атмосферы в данном случае существенного значения не имеет.

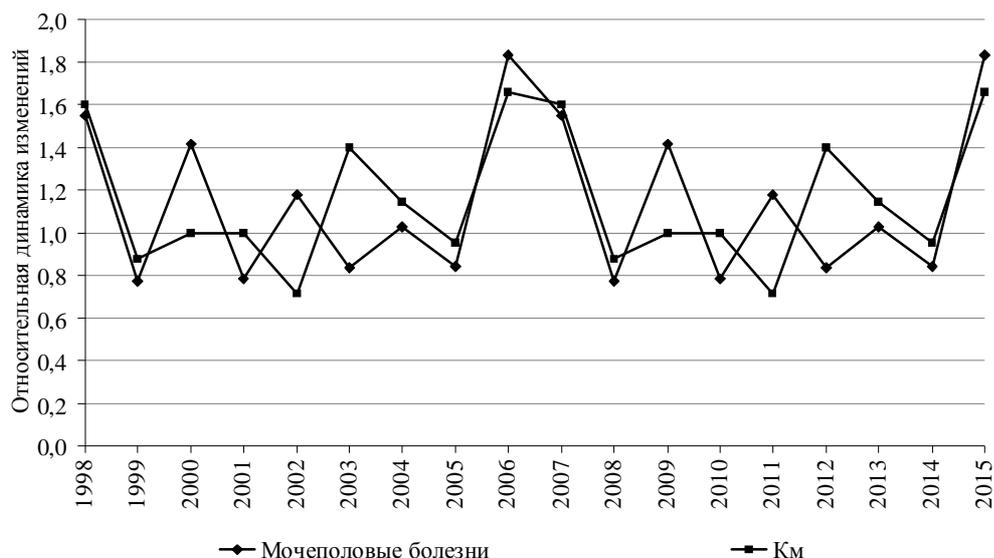


Рис. 3. Временной ход динамики изменений параметра K_m и заболеваемости болезнями мочеполовой системы в Репьевском районе

Пространственная ориентация отрицательной «умеренной» тесноты связи направлена с северо-запада на юго-восток (Семилуки: $r = -0,42$; Лиски: $r = -0,41$; Бобров: $r = -0,46$). «Заметная» корреляционная связь наблюдается в Хохольском ($r = -0,51$), Бутурлиновском ($r = -0,51$), а также Терновском ($r = -0,55$) районах.

В то же время в районах, расположенных к юго-востоку от оси Воейкова и подверженных антициклональному типу погоды, знак корреляционной связи в основном положительный. На этой территории скорости ветра не столь значительны и повторяемость заболеваний болезнями органов дыхания прямо пропорциональна повторяемости штилевых условий. Причем, величина тесноты связи выше, чем в районах, находящихся северозападнее от оси Воейкова. Умеренная связь наблюдается вблизи г. Борисоглебска ($r = 0,47$), в Воробьевском районе ($r = 0,49$), а в районах на юге области связь «заметная» (Богучар: $r = 0,67$; Каменка: $r = 0,52$; Россошь: $r = 0,58$).

Безусловно, на территории Воронежской области наблюдается значительное количество населенных пунктов, где корреляционная связь между заболеваемостью болезнями органов дыхания населения и параметром самоочищения атмосферы не является значимой. Данный факт объясняется многофакторностью воздействия условий среды обитания на общественное здоровье, но отмеченные тенденции заслуживают внимания как информация к дальнейшему продолжению исследований в других регионах.

Помимо органов дыхания достаточно устойчива тенденция временных закономерностей по болезням мочеполовой системы. Однако, в отличие от болезней органов дыхания ситуация иная. Например, анализ относительной динамики изменений по годам параметра K_m и заболеваемости болезнями мочеполовой системы в Репьевском районе, представленный на рисунке 3, наглядно показывает тесную связь между рассматриваемыми параметрами, которая более устойчива в сельских районах.

В пространственном распределении коэффициентов корреляции между параметром самоочищения атмосферы K_m и заболеваемостью болезнями мочеполовой системы взрослого населения Воронежской области, показанном на рисунке 4, как и в случае с заболеваемостью болезнями органов дыхания, просматривается циркуляционный фактор, а также влияние ветрового режима и образа жизни населения (сельские жители, работающие на открытой местности, более подвержены заболеваниям мочеполовой системы).

В районах, расположенных к северо-западу от оси Воейкова и подверженных циклональной циркуляции, чаще наблюдается прямая зависимость увеличения заболеваемости взрослого населения при увеличении параметра самоочищения атмосферы K_m . В Семилукском ($r = 0,36$), Хохольском ($r = 0,49$), Лискинском ($r = 0,48$) и Каменском ($r = 0,50$) районах наблюдается «умеренная» положительная теснота корреляционной связи, а в Аннинском ($r = 0,63$), Репьевском ($r = 0,69$) районах теснота связи «заметная».

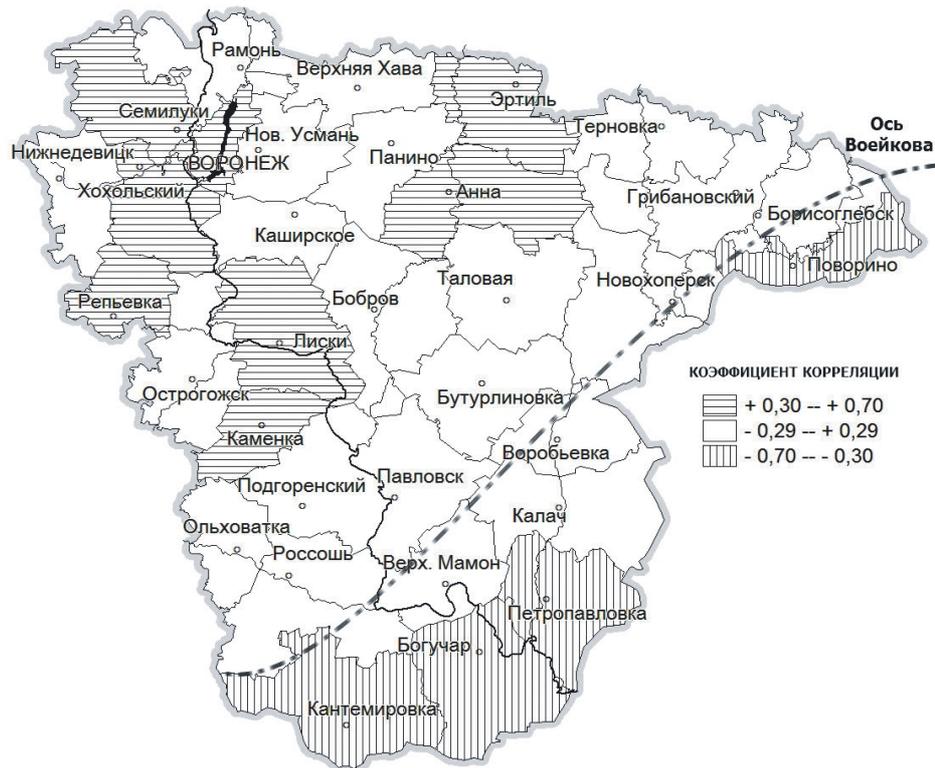


Рис. 4. Пространственное распределение коэффициентов корреляции параметра самоочищения атмосферы с заболеваемостью болезнями мочеполовой системы взрослого населения в Воронежской области

В районах, расположенных юго-восточнее от оси Воейкова, знак корреляционной связи отрицательный, что дополнительно указывает на медико-географическую роль антициклонального типа погоды. «Умеренная» величина корреляционной связи наблюдается в Кантемировском ($r = -0,33$), Богучарском ($r = -0,35$), Поворинском ($r = -0,42$) районах, а в Петропавловском ($r = -0,52$) районе теснота связи «заметная».

Четко просматривается сезонность мочеполовых заболеваний, реагирующих на температурно-ветровые параметры. В летнее время на территории Воронежской области преобладает антициклональный тип погоды, обусловленный влиянием отрога Азорского антициклона. Наблюдается увеличение штилевых условий, что ведет к увеличению параметра K_m . Высокая температура воздуха при безоблачном небе и штилевые условия в летнее время способствуют увеличению посещаемости населения водоемов, что, возможно, и приводит к переохлаждению (водоемы медленно прогреваются и температура воды ниже, чем воздуха), а в конечном итоге – к относительному увеличению заболеваемости болезнями мочеполовой системы. В зимний период холодные ветры с Арктики способствуют развитию и обострению хронических болезней мочеполовой сферы.

Таким образом, проведенный анализ позволил установить статистически значимые связи между заболеваемостью взрослого населения и потенциалом рассеивающей способности атмосферы Воронежской области. Выявлена значимая связь некоторых заболеваний населения от циркуляции атмосферы. Положение оси Воейкова – ветрораздела и своеобразной «демаркационной линии» циркуляционных процессов – имеет определенное значение для формирования общественного здоровья. При медико-географическом изучении влияния параметров атмосферы на различные заболевания следует учитывать и сезонную деятельность населения. Полученные результаты рекомендуются использовать при обосновании программ профилактики климатообусловленных заболеваний населения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акимов Л. М. Комплексная оценка экологической обстановки с учетом состояния атмосферы и функционально-планировочной структуры города / Л. М. Акимов, П. М. Виноградов, Е. Л. Акимов // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. География. Геоэкология. – 2014. – № 4. – С. 57-68.
2. Акимов Л. М. Пространственно-временные закономерности распределения климатических характе-

ристик на территории Воронежской области / Л. М. Акимов // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. География. Геоэкология. – 2013. – № 1. – С. 192-199.

3. Безуглая Э. Ю. Метеорологический потенциал и климатические особенности загрязнения воздуха городов / Э. Ю. Безуглая. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1980. – 184 с.

4. Воронеж: среда обитания и зоны экологического риска : монография / С. А. Куролап [и др.]. – Воронеж : Истоки, 2010. – 207 с.

5. Куролап С. А. Экологическая оценка качества воздушного бассейна г. Воронежа / С. А. Куролап, О. В. Клепиков, Л. Н. Костылева // Экологические системы и приборы. – 2010. – № 5. – С. 29-34.

6. Назаренко А. В. Исследование уровня загрязнения воздуха г. Воронежа при использовании аэросиноптического материала / А. В. Назаренко, С. А. Дьяков // Высокие технологии в экологии : сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. – Воронеж, 2003. – С. 41-45.

7. Селегей Т. С. Потенциал рассеивающей способности атмосферы / Т. С. Селегей, И. П. Юрченко // География и природные ресурсы. – 1990. – № 2. – С. 132-138.

8. Хрипякова В. Я. Факторы самоочищения атмосферы на территории Воронежской области / В. Я. Хрипякова // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. География. Геоэкология. – 2010. – № 1. – С. 103-110.

REFERENCES

1. Akimov L. M. Kompleksnaya otsenka ekologicheskoy obstanovki s uchetom sostoyaniya atmosfery i

funktional'no-planirovochnoy struktury goroda / L. M. Akimov, P. M. Vinogradov, E. L. Akimov // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Geografiya. Geoekologiya. – 2014. – № 4. – С. 57-68.

2. Akimov L. M. Prostranstvenno-vremennyye zakonomernosti raspredeleniya klimaticheskikh kharakteristik na territorii Voronezhskoy oblasti / L. M. Akimov // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Geografiya. Geoekologiya. – 2013. – № 1. – С. 192-199.

3. Bezuglaya E. Yu. Meteorologicheskyy potentsial i klimaticheskiye osobennosti zagryazneniya vozdukha gorodov / E. Yu. Bezuglaya. – Leningrad : Gidrometeoizdat, 1980. – 184 s.

4. Voronezh: sreda obitaniya i zony ekologicheskogo riska : monografiya / S. A. Kurolap [i dr.]. – Voronezh : Istoki, 2010. – 207 s.

5. Kurolap S. A. Ekologicheskaya otsenka kachestva vozduhnogo basseyna g. Voronezha / S. A. Kurolap, O. V. Klepikov, L. N. Kostyleva // Ekologicheskyye sistemy i pribory. – 2010. – № 5. – С. 29-34.

6. Nazarenko A. V. Issledovanie urovnya zagryazneniya vozdukha g. Voronezha pri ispol'zovanii aerosinopticheskogo materiala / A. V. Nazarenko, S. A. D'yakov // Vysokie tekhnologii v ekologii : sbornik materialov VI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. – Voronezh, 2003. – С. 41-45.

7. Selegey T. S. Potentsial rasseivayushchey sposobnosti atmosfery / T. S. Selegey, I. P. Yurchenko // Geografiya i prirodnyye resursy. – 1990. – № 2. – С. 132-138.

8. Khripyakova V. Ya. Faktory samoochishcheniya atmosfery na territorii Voronezhskoy oblasti / V. Ya. Khripyakova // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Geografiya. Geoekologiya. – 2010. – № 1. – С. 103-110.

Акимов Евгений Леонидович

аспирант кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета, г. Воронеж, т. 8 (473) 266-56-54, E-mail: akimovvsu@gmail.com

Куролап Семен Александрович

доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой геоэкологии и мониторинга окружающей среды факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета, г. Воронеж, т. 8 (473) 266-56-54, E-mail: skurolap@mail.ru

Акимов Леонид Мусамудинович

кандидат географических наук, доцент, заведующий кафедрой природопользования факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета, г. Воронеж, т. 8-951-850-49-82, E-mail: akl63@bk.ru, deanery@geogr.vsu.ru

Akimov Evgeny Leonidovich

Postgraduate student of the Chair of geocology and environmental monitoring, Department of geography, geocology and tourism, Voronezh State University, Voronezh, tel.8(473)266-56-54, E-mail: akimovvsu@gmail.com

Kurolap Semen Aleksandrovich

Doctor of Geographical Sciences, Professor, Head of the Chair of geocology and environmental monitoring, Department of geography, geocology and tourism, Voronezh State University, Voronezh, tel. 8(473)266-56-54, E-mail: skurolap@mail.ru

Akimov Leonid Musamudinovitch

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Head of the Chair of Nature Management, Department of geography, geocology and tourism, Voronezh State University, Voronezh, tel. 8-951-850-49-82, E-mail: akl63@bk.ru, deanery@geogr.vsu.ru