

АНАЛИЗ БИОКЛИМАТИЧЕСКИХ РИСКОВ НА ТЕРРИТОРИИ ЦЧР

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

Воронежский государственный университет, Россия

Поступила в редакцию 22 июня 2016 г.

Аннотация: В статье приведен анализ повторяемости экстремальных значений комфортности территории Центрально-черноземного региона и примыкающих к нему областям в холодный и теплый период. Представлена непрерывная продолжительность сохранения «волн жары», а также дана оценка вероятности появления экстремальных биоклиматических условий.

Ключевые слова: здоровье, климат, температура, влажность, ветер, биометеорологические индексы, волны жары.

Abstract: The article gives an analysis of the frequency of extreme values of comfort in the Central Black Soil region and adjacent regions in the cold and warm periods. The continuous duration of «heat wave» conservation is presented. The probability of occurrence of extreme bioclimatic conditions in the investigated territory is estimated.

Key words: health, climate, temperature, humidity, wind, biometeorological indexes, heat waves.

В настоящее время особую важность приобретают исследования, в задачу которых входит биоклиматическая оценка территории на региональном уровне. Биоклиматическая оценка – определение положительных и отрицательных воздействий климатических факторов и их комплексов на организм. С ее помощью определяется медико-климатический потенциал региона для рационального использования в здравоохранении и рекреации.

Для характеристики погодных условий с медико-метеорологической точки зрения используют различные биометеорологические индексы (параметры). Разнообразие индексов свидетельствует о сложности их разработки [3, 4, 6].

Для оценки комфортности климата наиболее часто используется эквивалентно-эффективная температура (ЭЭТ). ЭЭТ (по А. Миссенарду) – сочетание метеовеличин, производящее тот же тепловой эффект, что и неподвижный воздух при 100 % относительной влажности и определенной температуре и оценивает теплоощущение обнаженного по пояс человека:

$$ET = 37 - \frac{37 - T}{0,68 - 0,0014f + \frac{1}{1,76 + 1,4v^{0,75}}}$$

$$- 0,29T \left(1 - \frac{f}{100} \right), \quad (1)$$

где T – температура, °С, f – относительная влажность, %, v – скорость ветра на высоте 1,5 м, (м/с).

Эквивалентно-эффективная температура (ЭЭТ) являясь комплексным показателем теплоощущения человека, складывается под влиянием трех метеорологических факторов: температуры воздуха, влажности воздуха и скорости ветра. При полном безветрии и относительной влажности 100 % тепловые ощущения человека зависят только от температуры воздуха [2, 3]. При одной и той же температуре, но при усилении ветра и уменьшении влажности, потери тепла возрастают, и человек чувствует себя так, как если бы происходило понижение температуры воздуха. Обратный эффект имеет место при ослаблении ветра и увеличении влажности. По этим причинам человек сравнительно легко переносит высокие температуры в условиях сухого климата и хуже реагирует на такие же температуры при высокой влажности и слабом ветре.

Индекс ЭЭТ удобен для прогнозирования реакции людей в состоянии покоя или при сидячей работе. Данный индекс нашел широкое применение при проектировании тепловой защиты зданий. Индекс ЭЭТ несколько завышает роль влажности

Таблица 1

Биоклиматическая классификация тепловой чувствительности по значениям ЭЭТ

ЭЭТ °С	Уровень комфорта
>30	Тепловая нагрузка сильная
24...30	Жаркая погода
17...23	Комфортная погода
14...17	Умеренно тепло
6...13	Прохладная погода
0...5	Умеренно прохладно
-5...-1	Очень прохладно
-10...-6	Умеренно холодно
-11...-14	Холодно
-15...-17	Очень холодно
-18...-24	Крайне холодно
<-24	Угроза обморожения

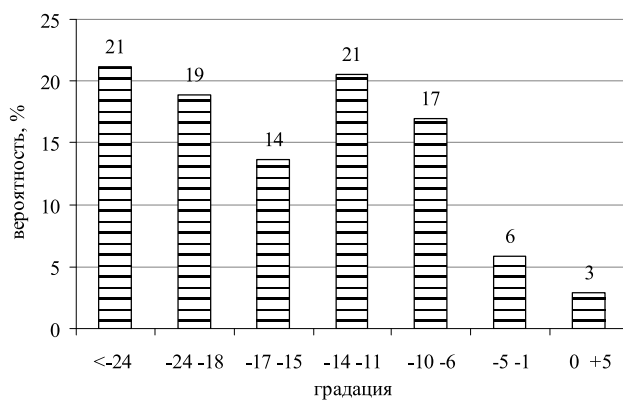


Рис. 1. Средняя повторяемость ЭЭТ по территории ЦЧР в зимний период

при прохладной погоде и недооценивает ее влияние при теплой, а также исключает влияние ветра на теплоощущение человека при жаркой и влажной погоде.

Ценность эквивалентно-эффективной температуры (ЭЭТ), как биоклиматического показателя, состоит в том, что его можно использовать для теплого и холодного сезонов года. Критерии комфортности территории представлены в таблице 1.

В качестве исходной информации, использованы ежедневные метеорологические характеристики, описывающие состояние атмосферы в основные сроки наблюдений за период с 1998 по 2015 год по 31 метеорологической станции, образующие сеть в Центрально-Черноземном регионе, а также Харьковской, Сумской, Брянской, Орловской, Тульской и Саратовской областях. Данные размещаются на официальном сайте Росгидромета РФ (<http://meteocenter.net/raob.htm>). Метеопараметры передаются ежедневно, каждые 3 часа в

коде КН-4 (FN-35) и SYNOP.

Повторяемость различных градаций ЭЭТ в зимний период с декабря по февраль представлена в таблице 2.

При анализе таблицы 2 особый интерес представляет повторяемость граничных условий ЭЭТ холодного периода, а именно: градации «-18...-24°С – Крайне холодно» и «<-24°С – Угроза обморожения». В таблице 2 жирным цветом выделены населенные пункты, где суммарная повторяемость этих двух классов ЭЭТ близка или превышает 50%. К ним относятся: Белгород – 54%, Ливны – 48%, Орел – 50%, Балашов – 51%, Пенза – 58%; Жердевка – 53%, Кирсанов – 52% и Тамбов – 52%. Большая повторяемость экстремальных ЭЭТ в этих населенных пунктах объясняется особенностями циркуляции атмосферы, способствующей затоку холодного, влажного воздуха с Атлантики и деятельностью «аэродинамического коридора», подробно рассмотренного в [1].

Для оценки комфортности климата в зимний период по всей исследуемой территории была рассчитана средняя вероятность каждой рассматриваемой градации ЭЭТ, представленная на рисунке 1.

Из рисунка 1 видно, что на территории ЦЧР в зимний период преобладает «крайне холодная» погода (19%) с угрозой обморожения (21%), о чем свидетельствует выраженная левая асимметрия распределения повторяемости ЭЭТ.

На основании комплексного анализа пространственного распределения параметра ЭЭТ проведена типизация территории региона по степени биоклиматической комфортности. Результаты анализа распределения комфортности ЦЧР в зимний период представлены на рисунке 2.

Результаты анализа распределения комфортности ЦЧР в летний период представлены на рисунке 3.

Исходя из анализа рисунка 3 видно, что на территории Тульской и части Орловской областей наблюдается прохладная погода в летний период со значением ЭЭТ 13,6°С – Тула и 12,7°С – Орел.

Уровень комфортности территории увеличивается с северо-запада на юго-восток. В западной части Белгородской области, отмечается прохладная погода, обусловленная ветровым охлаждением. В центральной части рассматриваемой территории, расположенной в Курской, Липецкой и Тамбовской областях, сохраняется прохладный комфорт с диапазоном ЭЭТ от 14°С до 16°С. Таким образом, наиболее комфортные биоклиматические условия

Повторяемость ЭЭТ в зимний период

Станции	Градации ЭЭТ /вероятность, (%)						
	<-24	-24 -18	-17 -15	-14 -11	-10 -6	-5 -1	0 5
Белгород	30	24	17	19	7	2	0
Валуйки	15	14	11	22	24	10	4
Новый Оскол	16	16	14	23	20	8	4
Анна	24	20	14	21	15	4	2
Богучар	12	14	11	18	25	13	8
Борисоглебск	19	17	12	20	22	7	2
Воронеж	22	18	15	21	17	5	2
Калач	15	15	12	20	21	10	8
Лиски	16	16	12	21	24	9	2
Павловск	21	16	13	18	21	8	3
Курск	19	18	14	25	17	4	2
Обоянь	12	13	10	21	26	13	6
Поныри	18	16	14	20	21	7	3
Рыльский	19	19	15	25	16	5	1
Елец	20	18	14	23	19	4	1
Конь-Колодезь	20	18	14	23	19	4	1
Лев Толстой	20	18	14	23	19	4	1
Липецк	20	18	14	23	19	4	1
Ливны	27	21	16	20	13	3	1
Мценск	14	19	14	23	19	6	4
Орел	27	23	16	20	9	3	2
Балашов	29	22	14	18	11	3	2
Брянск	17	18	12	21	20	8	3
Изюм	10	11	8	19	26	16	10
Пенза	34	24	13	13	8	4	3
Сумы	23	22	17	21	12	2	2
Тула	20	23	14	22	15	4	2
Харьков	22	19	15	22	15	5	3
Жердевка	31	22	13	18	12	3	1
Кирсанов	29	23	15	18	11	2	1
Мичуринск	23	20	13	19	16	5	3
Моршанск	26	22	13	19	12	5	3
Тамбов	28	24	16	18	9	3	3

наблюдаются на территориях Белгородской и Воронежской областей.

Степень устойчивости биоклиматической комфортности Центрального Черноземья оценивалась с помощью дисперсии ЭЭТ. Следует отметить, что чем выше дисперсия ЭЭТ, тем больше изменчивость биоклиматических параметров. Пространственное распределение дисперсии ЭЭТ представлено на рисунке 4.

Из рисунка 4 видно, что наибольшая изменчивость биоклиматической комфортности наблюдается на севере – северо-востоке Центрального Черноземья, на территориях Орловской, Липецкой и Тамбовской областей (Орловской (Орел) – 33,9; Липецкой (Лев Толстой) – 41,4; Тамбовской (Моршанск) – 33,2). Наибольшая устойчивость биоклиматической комфортности наблюдается на юге Воронежской (Павловск – 24,6; Богучар – 25,2) и



Рис. 2. Пространственное распределение комфортности территории Центрального Черноземья по индексу ЭЭТ в зимний период



Рис. 3. Пространственное распределение комфортности территории Центрального Черноземья по индексу ЭЭТ в летний период

Белгородской (Новый Оскол – 24,2; Валуйки – 23,6) областей. Особо следует отметить район станций Сумы (31,6) и Белгород (33,1), находящиеся под влиянием усиления ветра на юге Среднерусской возвышенности.

Исследуя влияние изменений метеорологических условий на адаптационные механизмы, можно решить проблему сохранения здоровья челове-

ка при ухудшении среды обитания. Вот почему последние годы стали предметом пристального изучения периодов аномальной жары и повышением смертности в летние месяцы.

Под аномальной жарой обычно понимается повышение максимальной температуры за сутки выше 35°C, когда начинает меняться нормальное взаимоотношение между температурой тела и

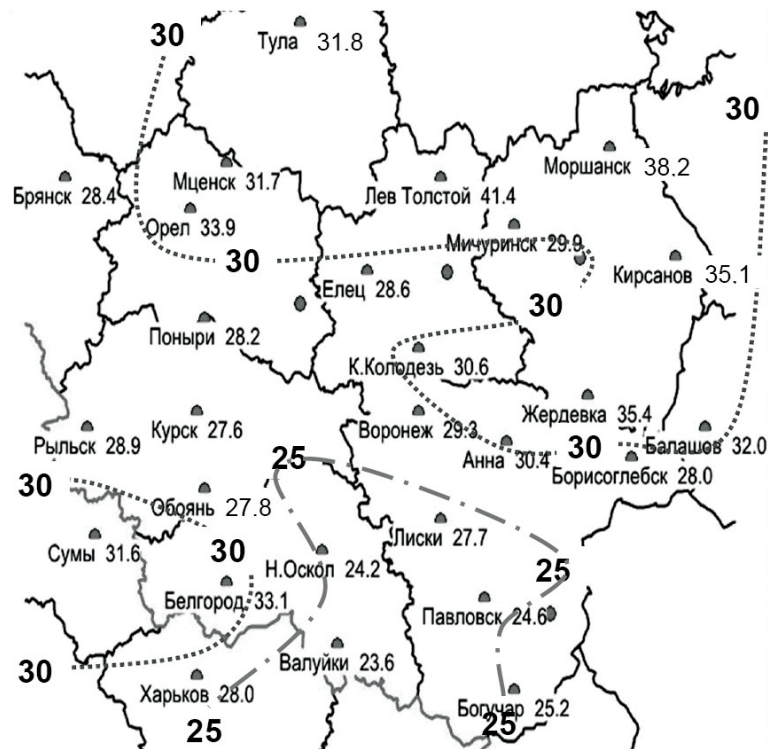


Рис. 4. Пространственное распределение дисперсии ЭТ на территории Центрального Черноземья в летний период

окружающей средой. При этом меняется механизм терморегуляции, а в нем активно участвует сердечно-сосудистая система [5].

Еще одно важное понятие метеокомфортности территории – тепловая волна (волна жары), то есть количество дней с аномально высокой температурой. Чем дольше длится тепловая волна, тем больше рисков даже для людей здоровых. Установлено, что повышение смертности наступает через два-три дня после достижения предельных значений температуры.

Для европейских городов России определен температурный порог, выше которого начинает расти смертность населения. Для Москвы он в среднем составляет +24°C. Предварительные результаты свидетельствуют о том, что увеличение температуры на 1°C выше этого порога приводит к увеличению смертности населения на 1,8-3,0% (без учета внешних причин) [4, 5].

В июле 2001 года Москва пережила продолжительную тепловую волну, во время которой среднесуточные температуры превышали порог в 24°C в течение 9 последовательных дней. В максимуме этой волны суточная смертность достигла рекордно высокого значения – она превысила среднее многолетнее значение смертности для июля на 93%. Смертность увеличилась не только в Моск-

ве. В Туле, Владимире, Воронеже, Тамбове, Орле, Нижнем Новгороде, Казани волна жары длилась с интервалами от 15 до 22 дней.

Вероятность сохранения «волны жары» непрерывно на станции Воронеж представлена в таблице 3.

Из анализа таблицы 3 видно, что наибольшая непрерывная продолжительность аномальной температуры в июне составляла 15 дней, но вероятность данного события равна 0,5%. С наибольшей вероятностью можно ожидать сохранение высокой температуры в июне до 7 дней (4%). В июле максимальная продолжительность аномальной высокой температуры наблюдалась до 24 дней (0,5%), но наиболее вероятным событием следует считать сохранение температуры до 5 дней (7%). Максимальная непрерывная продолжительность аномально высокой температуры в августе может быть в течение 19 дней (1%), но наиболее вероятным событием следует считать до 6 дней (5%).

При анализе «волн жары» с использованием биологических индексов особый интерес представляет исследования граничных значений параметра ЭТ, а именно: диапазонов >24°C – «Жаркая погода» и <14°C – «Прохладная погода», оказывающих наибольшее негативное влияние на состояние здоровья человека.

Вероятность сохранения тепловой волны на станции Воронеж, (%)

июнь	Непрерывная продолжительность, дней																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	15					
Выше 23°C	38	20	12	9	5	4	4	2	1	2	1	1	0,5					
Выше 25°C	57	24	7	3	6	3												
июль	Количество дней																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	15	16	17	18	24
Выше 23°C	34	26	12	9	7	2	2	1	2	1	0,5	1	0,5		1	0,5	0,5	0,5
Выше 25°C	49	26	12	4	5			2						2				
август	Количество дней																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	19			
Выше 23°C	38	16	17	8	9	5	3	1	2	1	1	1	1	1	1			
Выше 25°C	51	20	9	11	4		2	2		2								

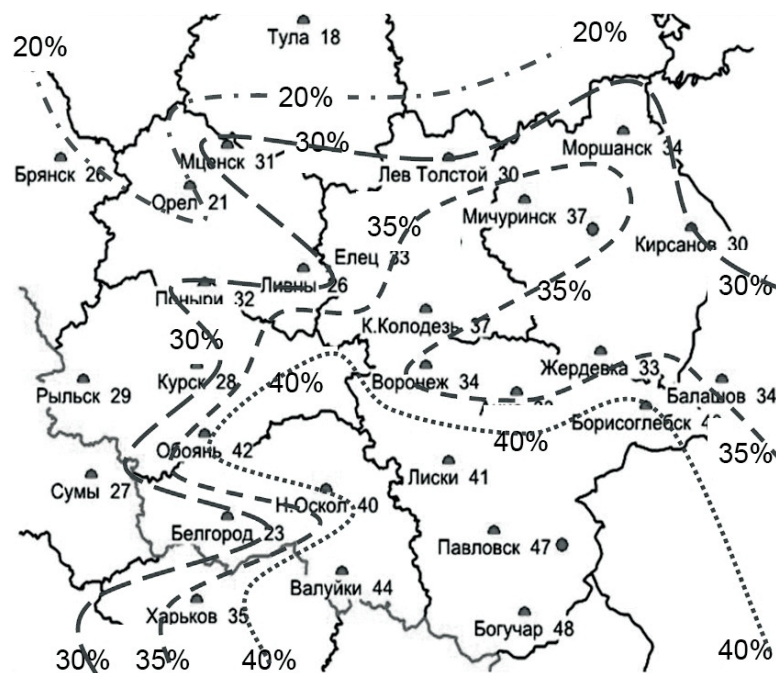


Рис. 5. Вероятность «Жаркой погоды» (ЭЭТ > 24°C) на территории Центрального Черноземья

Вероятность появления «жаркой погоды» представлена на рисунке 5.

Из анализа рисунка 5 видно, что наибольшая повторяемость «жаркой погоды» имеет широтное распределение – увеличивается с севера на юг и наблюдается на территории Воронежской области и юга Белгородской, и варьирует в пределах 47% – Павловск, 48% – Богучар и 44% – Валуйки. На севере Центра в районах Тульской и Ор-

ловской областей повторяемость «жаркой погоды» составляет 18% – Тула, 21% – Орел.

Повторяемость «прохладной погоды» представлена на рисунке 6.

Из рисунка 6 видно, что наибольшая повторяемость прохладной погоды наблюдается на станции Орел и составляет 42%. На всей остальной территории Брянской, Орловской, Тульской, северной части Тамбовской и Липецкой областей веро-

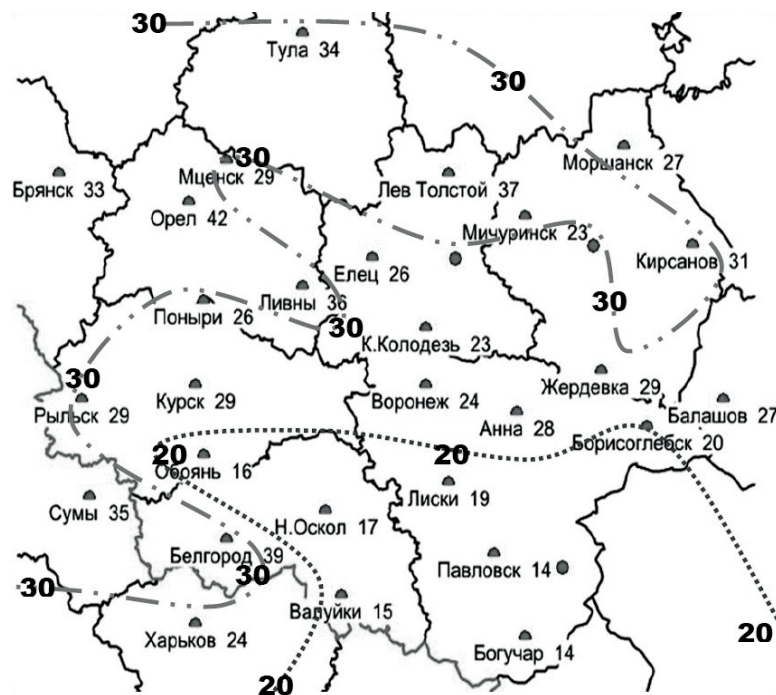


Рис. 6. Пространственное распределение вероятности «Прохладная погода» (ЭЭТ < 14°C) на территории Центрального Черноземья

ятность прохладной погоды варьируется в пределах 31-34% (31% – Кирсанов, 34% – Тула). Наименьшее значение повторяемости «прохладной погоды» отмечается на юге Воронежской области и не превышает 14% (Павловск, Богучар).

Итак, на всей территории ЦЧР в зимний период наблюдается крайне холодная погода с большой вероятностью обморожения.

В летний сезон возникает большая вероятность «волн жары», особенно в юго-восточных областях. Максимальная непрерывная продолжительность «жаркой погоды» составляет 24 дня. Вероятность «прохладной погоды» в летний период на северо-западе региона превышает 30%.

Пространственное распределение биоклиматических индексов носит широтный характер, с улучшением комфортных условий к югу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акимов Л. М. Пространственное распределение метеорологических параметров, влияющих на жизнедеятельность человека на территории Центрального Черноземья / Л. М. Акимов, Е. Л. Акимов // Вестник Воронежского государственного университета. Сер. География. Геоэкология. – 2014. – № 2. – С. 17-24.
2. Бокша В. Г. Медицинская климатология и климатотерапия / В. Г. Бокша, Б. В. Богущкий. – Киев : Здоровье, 1980. – 262 с.
3. Исаев А. А. Экологическая климатология / А. А. Исаев. – Москва : Научный мир. 2003. – 472 с.

4. Матюхин В. А. Комплексная количественная оценка воздействия факторов внешней среды на организм человека / В. А. Матюхин, Э. Ю. Кушнеренко // Климат и здоровье человека : труды Международного симпозиума. – Москва, 1998. – Т. 2. – С. 41-46.

5. Ревич Б. А. Изменения климата и здоровье населения России: анализ ситуации и прогнозные оценки / Б. А. Ревич, В. В. Малеев. – Москва : ЛЕНАНД, 2011. – 208 с.

6. Thom E. C. The discomfort index / E. C. Thom // Weatherwise. – 1959. – Vol. 12. – P. 57-60.

REFERENCES

1. Akimov L. M. Prostranstvennoe raspredelenie meteorologicheskikh parametrov, vliyayushchikh na zhiznedeyatel'nost' cheloveka na territorii Tsentral'nogo Chernozem'ya / L. M. Akimov, E. L. Akimov // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Geografiya. Geoekologiya. – 2014. – № 2. – S. 17-24.
2. Boksha V. G. Meditsinskaya klimatologiya i klimatoterapiya / V. G. Boksha, B. V. Bogutskiy. – Kiev : Zdorov'e, 1980. – 262 s.
3. Isaev A. A. Ekologicheskaya klimatologiya / A. A. Isaev. – Moskva : Nauchnyy mir. 2003. – 472 s.
4. Matyukhin V. A. Kompleksnaya kolichestvennaya otsenka vozdeystviya faktorov vneshney sredy na organizm cheloveka / V. A. Matyukhin, E. Yu. Kushnerenko // Klimat i zdorov'e cheloveka : trudy Mezhdunarodnogo simpoziuma. – Moskva, 1998. – T. 2. – S. 41-46.
5. Revich B. A. Izmeneniya klimata i zdorov'e naseleniya Rossii: analiz situatsii i prognoznye otsenki /

В. А. Revich, V. V. Maleev. – Moskva : LENAND, 2011. – 208 s.

6. Thom E. C. The discomfort index / E. C. Thom // Weatherwise. – 1959. – Vol. 12. – P. 57-60.

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

Akimov Evgeny Leonidovich
Postgraduate student of the Chair of geoecology and environmental monitoring, Department of geography, geoecology and tourism, Voronezh State University, Voronezh, tel. 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

Kurolap Semen Aleksandrovich
Doctor of Geographical Sciences, Professor, Head of the Chair of geoecology and environmental monitoring, Department of geography, geoecology and tourism, Voronezh State University, Voronezh, tel. 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 Leonid Musamudinovitch
Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Head of the Chair of Nature Management, Department of geography, geoecology and tourism, Voronezh State University, Voronezh, tel. 8-951-850-49-82, E-mail: akl63@bk.ru, deanery@geogr.vsu.ru