

МЕДИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КЛИМАТИЧЕСКОЙ КОМФОРТНОСТИ ТЕРРИТОРИИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

И. В. АРХИПОВА, О. В. ЛОВЦКАЯ, И. Н. РОТАНОВА

Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул, Россия

e-mail: diva@iwep.asu.ru, lov@iwep.asu.ru, rotanova@iwep.asu.ru

Climatic comfort of Altai Krai territory has been estimated using the indicators of favorable living conditions of population. Assessment procedures and estimation scale have been developed. Three degrees of comfort have been defined, and the map of climatic comfort of administrative regions in Altai Krai has been created.

Постановка задачи

Многочисленные литературные источники, посвященные медицинской климатологии, экологическим условиям жизнедеятельности человека, биоклиматическим показателям природной среды и другим вопросам, раскрывающим экологическое значение климата, свидетельствуют о том, что комфортность климата как совокупность составляющих его элементов, а также проявление отдельно взятых климатических составляющих оказывают существенное влияние на состояние здоровья населения.

Оценка комфортности среды для жизни населения выдвигается на ведущие позиции в комплексных эколого-географических исследованиях территории [1–8]. Медико-географическая оценка климата является составной частью комплексной характеристики экологического потенциала природной среды. Сущность медико-географической оценки климата состоит в изучении конкретного природного региона с целью определения взаимосвязи его климатических характеристик и физиологических показателей человеческого организма, в том числе влияния термических условий, влажности воздуха, скорости ветра на возможное возникновение патологических состояний и течение некоторых заболеваний населения. Актуальность таких исследований определяется не только недостаточной детальностью медико-географических проработок на отдельных территориях, но и появлением новых задач, таких как:

- определение степени благоприятности климатических условий для рекреационных целей на территориях, ранее не имеющих данного направления развития;
- оценка экономической роли климата при планировании затрат на социальную сферу и коммунальные услуги в районах с неблагоприятными природными условиями;
- разработка рекомендаций для проживания и отдыха групп населения с конкретными заболеваниями.

По ранее выполненным оценкам [1, 4], в целом население юга Западной Сибири находится в среднекомфортных климатических условиях. Это свидетельствует о наличии лимитирующих факторов благоприятности проживания населения, к которым могут быть отнесены нехватка тепла, влаги, скорость ветра. Влияние на здоровье населения оказывает климатическая нестабильность, которая определяется частыми отклонениями основных климатических параметров (температур, осадков) от среднегодовых или многолетних значений. Множественность аспектов экологической оценки климатических условий практически исключает возможность разработки универсальной оценки климата. Методика оценки комфортности климата позволяет выявить внутрирегиональные различия в условиях проживания, строится на основе общепринятых показателей, позволяющих выполнить сравнительную эколого-географическую характеристику климата различных регионов, но при этом учитывает особенности конкретной исследуемой территории. На основе вышеназванных положений и принципов была выполнена медико-географическая оценка комфортности климата Алтайского края.

1. Методика исследования

Биоклиматическая оценка Западно-Сибирской равнины, проведенная В.И. Русановым [1], позволяет получить общие представления о закономерностях распределения комфортности среды обитания на обширной территории. Методологическую основу оценки климатической комфортности территории составляет сопоставление отдельных факторов климата и сочетаний метеоэлементов с требованиями различных сторон деятельности населения. В качестве основных показателей используются характеристики суровости температурно-ветровых сочетаний в зимнее время, повторяемость благоприятной погоды и эквивалентно-

Т а б л и ц а 1

Характеристики суровости температурно-ветровых сочетаний

№	Показатель	Единица измерения	Значимость
<i>Холодный период</i>			
1	Средняя температура января	°С	3
2	Продолжительность дискомфортного периода, $t_B \leq -15^\circ\text{C}$	Дни	4
3	Сочетание температур $\leq -10^\circ\text{C}$ и ветра ≥ 6 м/с	«	5
4	Продолжительность отопительного периода	«	4
5	Сумма температур отопительного периода	°С	4
6	Жесткость (суровость) погоды t_B	Балл	4
<i>Теплый период</i>			
7	Средняя температура июля	°С	3
8	Количество дней с ЭЭТ 15 ... 20 °С	Дни	5
<i>Весь год</i>			
9	Повторяемость штилей, скоростей ветра 0 ... 1 м/с	Дни	5
10	Продолжительность периода с осадками ≥ 1 мм	«	3
11	Число дней с сильным ветром ≥ 6 м/с	«	4
12	Число “влажных” дней, влажность $\geq 80\%$	«	4
13	Продолжительность пасмурного периода	«	4
14	Климатический потенциал самоочищения	Балл	2

эффективных температур летом.

В процессе определения подходов к оценке климатической комфортности Алтайского края проанализирован ряд оценочных методик, разработанных для других регионов России [6, 7], определен базовый набор метеоэлементов, используемый в дальнейшем для оценки комфортности территории (табл. 1). При отборе факторов комфортности учитывались его значимость, сравнимость и надежность наблюдений. Разработана шкала оценки значимости климатических факторов для региона.

Для расчета показателей комфортности использовались среднесуточные данные наблюдений по 41 метеостанции Алтайского края за 1985–2001 годы. Используемый временной период, достаточное количество точек-ключей, к которым привязаны стационарные наблюдения за показателями комфортности территории, и полноценный охват ими территории исследования позволили провести статистический анализ данных. Показатели рассчитаны отдельно по холодному (ноябрь–март) и теплomu (май–сентябрь) периодам.

Для получения биоклиматических характеристик территории рассчитаны показатели повторяемости нормально-эквивалентно-эффективных температур (ЭЭТ) в летнее время, жесткости (суровости) погоды в зимнее время и климатический потенциал самоочищения.

Эквивалентно-эффективные температуры определяются сочетанием основных метеорологических элементов: температуры воздуха, относительной влажности, скорости ветра и солнечной радиации, от которых зависит теплоощущение человеческого организма. Установлено, что человек испытывает одинаковые ощущения при следующих сочетаниях метеорологических элементов [8]:

Температура, ° С	Относительная влажность, %	Скорость ветра, м/с
17.7	100	0
22.4	70	0.5
25.0	20	2.5

Эквивалентно-эффективная температура рассчитана по приближенной формуле А. Миссенарда [7]:

$$\text{ЭЭТ} = 37 - \frac{37 - t}{0.68 - 0.0014f + 1/(1.76 + 1.4v^{0.75})} - 0.29t(1 - f/100),$$

где t — температура воздуха; f — относительная влажность воздуха; v — максимальная скорость ветра.

Эквивалентно-эффективная температура отражает теплоощущение человека, нормально одетого и не производящего тяжелой физической работы. Согласно публикациям, комфортными считают температуры с ЭЭТ в пределах от 16 до 23 °С [8, 9]. Нами принято, что для юга Западной Сибири оптимален диапазон комфортных ЭЭТ 15 ... 20 °С. Такой среднесуточный температурный интервал обеспечивает возможности для проведения любых форм рекреации, включая лечебно-оздоровительные. Погода со среднесуточными температурами воздуха выше +20 °С может оказывать сильное и чрезмерное тепловое воздействие на человека, и пребывание человека на открытом воздухе должно быть ограничено [1, 8].

В холодный период года в качестве параметра для определения суровости климата рассматривается жесткость погоды по Бодману для января, рассчитываемая по формуле

$$S = (1 - 0.04t)(1 + 0.272v).$$

Практическая ценность этого показателя определяется тем, что выносливость человека в условиях холода зависит от скорости ветра. Отсутствие жестоких морозов в зимний период иногда компенсируется сильными ветрами. Низкие температуры и высокие скорости ветра значительно снижают температуру кожи человека. При резком увеличении скорости ветра создаются условия, способствующие быстрому переохлаждению всего организма. Дискомфортным в зимнее время считается интервал со среднесуточными температурами ниже $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, а при температурах ниже $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ происходят нарушения в сердечно-сосудистой и терморегуляторной системах [8].

Климатический потенциал самоочищения (K_M) атмосферы отражает комплекс метеорологических условий, характерных для той или иной местности, способствующий как накоплению, так и рассеиванию примесей в атмосфере [10]. K_M рассчитывается по формуле

$$K_M = \frac{P_{\text{ш}} + P_f}{P_o + P_v},$$

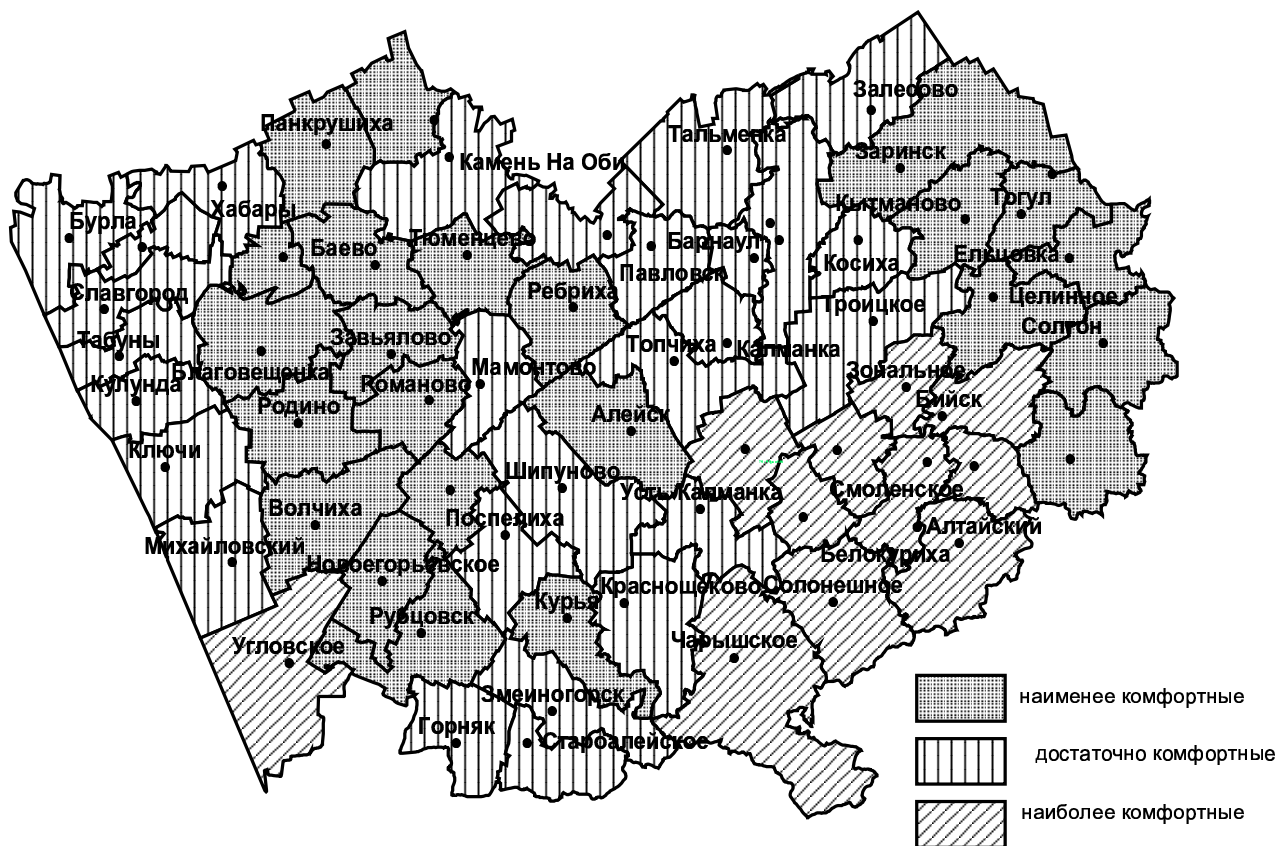
где $P_{\text{ш}}$ — число дней со штилем, скорость ветра $0 \dots 1$ м/с; P_f — число дней с влажностью $\geq 80\%$; P_o — количество дней с осадками ≥ 0.5 мм; P_v — число дней с сильным ветром ≥ 6 м/с.

Чем больше по абсолютной величине K_M , тем хуже условия для рассеивания примесей в атмосфере. Если K_M меньше 1, то повторяемость процессов, способствующих самоочищению атмосферы, преобладает над повторяемостью процессов, способствующих накоплению вредных примесей в ней. В процессе работы нами проанализированы и другие показатели, отражающие благоприятность или дискомфортность климатических условий: повторяемость дней с штормовым ветром (≥ 15 м/с); число душных дней ($t_{\text{в}} \geq 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $f \geq 80\%$); количество дней с суховеями ($t_{\text{в}} \geq 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $v > 6$ м/с, $f \leq 30\%$). Однако они не учитывались в общей оценке климатической комфортности территории из-за редкой повторяемости.

2. Результаты исследования

Оценка комфортности территории Алтайского края по основным климатическим факторам приведена в табл. 2 (нумерация столбцов соответствует нумерации показателей, приведенных в табл. 1).

Для оценки климатической комфортности территории Алтайского края разработана 5-балльная шкала по принципу увеличения балла с возрастанием благоприятности влияния фактора на условия жизни и здоровья человека. Высший балл “5” присваивался максимальным в пределах Алтайского края показателям по данному элементу климата, оптимальным с точки зрения комфортности условий жизни населения, а низший балл “1” — наименее благоприятным (минимальным). По отдельным элементам высший балл был присвоен либо экстремально высоким показателям (продолжительность летнего комфортного периода), либо экстремально низким (продолжительность дискомфортного периода, повторяемость погод с сочетанием температур ниже $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ветра выше 6 м/с). Величины показателей для определения баллов оценки устанавливались по непрерывной шкале линейной интерполяцией. При этом для каждого показателя учитывались коэффициенты значимости или коэффициенты соизмеримости: от 1 — для менее значимых показателей до 5 — для самых существенных (см. табл. 1). Эти коэффициенты позволили



Комплексная оценка климатической комфортности территории Алтайского края.

отразить относительную роль каждого элемента климата в формировании условий жизни населения. Оценка степени комфортности определялась по формуле

$$K_{\text{ср}} = \frac{C_1 K_1 + C_2 K_2 + \dots + C_n K_n}{K_1 + K_2 + \dots + K_n},$$

где C_i — оценка в баллах i -го элемента оценки; K_i — коэффициент значимости i -го элемента оценки.

По полученным результатам составлена карта-схема (см. рисунок). Построение карты производилось в ГИС ArcView. В качестве единицы картографирования взяты административные районы Алтайского края, что дает возможность соотнести показатели комфортности территории и статистические данные по заболеваемости населения с целью выявления основных метеотропных реакций организма человека.

На территории Алтайского края выделяются три степени комфортности условий: $K_{\text{ср}}$ от 3.51 до 5 — наиболее комфортные климатические условия (юго-восточные предгорные районы — Алтайский, Чарышский, Солонешенский, Усть-Пристанский, Советский); $K_{\text{ср}}$ от 2.86 до 3.5 — достаточно комфортные климатические условия (северо-западные районы — Первомайский, Троицкий, Тальменский и северо-восточные — Хабарский, Славгородский, Кулундинский, Михайловский); $K_{\text{ср}}$ от 2.3 до 2.85 — наименее комфортные условия (степные районы — Мамонтовский, Панкрушихинский, Рубцовский, Волчихинский и районы Салаирского края — Кытмановский, Целинный, Залесовский).

Т а б л и ц а 2

Показатели климатической комфортности

Название населенного пункта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Кср
Алейская	2.74	3.78	3.59	3.05	2.06	2.00	4.10	4.18	2.31	3.79	3.10	3.26	2.94	3.83	2.87
Алтайское	3.33	4.35	5.00	5.00	5.00	5.00	2.44	5.00	4.17	4.69	4.81	4.47	5.00	1.36	4.73
Баево	1.76	2.72	3.31	2.33	1.98	1.90	3.80	3.34	1.34	4.28	3.04	3.19	4.16	4.31	2.85
Барнаул, агро	2.49	3.50	4.75	2.95	1.81	3.10	3.53	4.02	2.10	3.25	4.53	3.81	3.46	3.84	3.36
Бийск	1.89	3.14	4.63	2.59	1.90	3.20	3.35	3.07	1.59	3.56	4.00	2.70	2.88	3.79	3.04
Бийск, зональная	2.36	3.60	4.72	3.02	2.03	3.40	3.60	4.64	2.86	3.16	4.47	3.46	4.62	3.18	3.57
Благовещенка	2.37	3.48	1.00	2.72	2.14	1.00	4.98	3.79	1.10	5.00	1.20	3.89	2.08	5.00	2.57
Волчиха	2.00	2.83	4.04	2.31	1.93	1.70	3.87	2.91	1.00	3.91	3.21	3.06	2.04	4.51	2.75
Гилево	4.06	3.24	4.03	2.77	2.79	2.03	3.78	2.91	1.23	4.45	2.99	4.11	2.72	4.76	3.02
Завьялово	2.49	1.61	3.29	1.47	1.64	2.17	3.95	2.45	1.48	4.10	2.82	2.82	2.28	4.18	2.61
Заринск	2.07	3.34	4.82	2.76	1.69	3.30	3.27	3.92	2.52	3.07	4.62	3.02	3.99	3.17	3.37
Змеиногорск	4.24	4.67	4.38	3.76	2.01	3.10	2.99	3.85	2.94	2.89	4.08	4.07	3.29	3.68	3.44
Камень-на-Оби	1.08	2.21	3.99	1.90	1.68	2.00	3.54	3.27	1.55	4.14	3.73	2.49	3.35	3.63	2.90
Ключи	2.69	3.34	4.68	2.82	2.14	2.40	4.66	3.95	1.22	4.83	4.18	3.78	1.37	4.14	3.12
Краснощеково	4.77	5.00	4.17	4.15	2.17	3.00	3.53	4.03	2.96	4.14	2.93	3.80	2.22	3.61	3.49
Кулунда	2.20	2.91	4.42	2.44	2.10	2.40	4.88	4.29	1.28	4.28	4.22	3.92	3.91	4.33	3.46
Курья	5.00	3.84	2.40	2.83	1.99	1.60	3.30	2.58	2.40	4.79	1.00	3.48	2.43	4.24	2.69
Мамонтово	2.69	3.43	3.54	2.70	1.87	1.90	3.68	3.96	2.16	3.39	3.04	2.85	3.04	3.89	3.12
Михайловский	3.09	3.36	3.91	2.69	1.97	1.88	4.60	3.30	1.05	4.90	2.47	3.35	4.72	4.59	3.10
Кытманово	2.44	2.06	4.06	1.50	1.39	2.73	2.37	1.89	2.31	2.95	3.46	1.90	4.32	3.41	2.69
Панкрушиха	1.04	1.00	3.41	1.00	1.67	2.17	2.64	3.02	2.71	3.25	3.67	1.23	3.58	2.68	2.49

Т а б л и ц а 2 (окончание)

Название населенного пункта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Кср
Поспелиха	2.84	3.67	4.57	3.00	2.12	3.10	4.23	4.29	2.36	4.16	4.44	2.56	1.62	2.62	3.18
Ребриха	2.04	2.89	3.20	2.39	1.71	1.80	3.29	3.37	1.95	3.66	2.90	3.47	3.72	4.23	2.83
Родино	2.84	3.44	2.38	2.80	2.03	1.40	4.36	3.45	1.21	4.01	1.92	3.40	3.16	4.78	2.73
Рубцовск	2.64	3.41	2.68	2.86	2.12	1.40	4.19	3.41	1.05	4.73	1.89	3.28	2.90	4.72	2.81
Славгород	1.46	2.42	3.52	1.97	2.02	1.60	4.71	3.87	1.00	4.22	3.63	2.68	3.28	4.14	2.90
Солонешное	2.47	3.25	5.00	2.92	1.80	4.60	2.16	4.04	5.00	3.74	4.88	3.82	1.00	1.00	3.51
Тальменка	1.12	2.48	4.75	2.18	1.51	3.20	2.76	4.45	4.19	2.66	4.53	2.14	4.45	1.86	3.24
Тогул	3.57	4.80	4.85	3.57	1.75	3.10	3.07	3.02	1.39	2.55	4.47	3.38	3.14	4.35	3.10
Троицкое	2.05	3.36	4.87	2.73	1.69	3.30	2.96	4.12	3.14	2.51	4.68	3.01	2.97	2.94	3.40
Тягун	3.48	3.33	3.76	1.97	1.00	2.73	1.00	1.00	1.62	1.00	3.63	1.83	4.19	4.19	2.31
Угловское	3.76	4.49	4.70	3.58	2.32	2.90	5.00	4.38	1.41	4.90	4.10	5.00	1.94	4.69	3.67
Урожайный	3.72	2.47	4.73	2.06	1.90	3.30	3.52	3.26	2.08	3.24	4.57	1.00	1.89	2.46	2.96
Успенское	4.19	3.48	3.41	2.25	1.97	2.17	3.98	2.82	1.83	4.15	1.83	4.29	3.47	4.76	2.94
Усть-Калманка	3.88	4.53	3.93	3.69	2.20	2.60	3.78	3.50	1.74	4.00	2.78	4.21	2.98	4.61	3.39
У-Пристань	3.51	4.70	3.85	3.59	2.13	2.50	3.91	4.27	2.42	3.86	3.35	3.32	3.88	3.67	3.53
Хабары	1.00	1.91	3.45	1.60	1.73	2.40	3.56	3.93	2.26	4.14	3.47	2.85	3.18	3.42	2.92
Целинное	2.68	4.05	3.71	3.02	1.75	1.90	2.83	2.43	1.50	3.26	2.69	2.96	2.42	4.43	2.62
Чарышское	4.44	4.74	5.00	4.17	1.96	4.60	2.43	4.09	4.34	4.01	5.00	4.39	1.89	1.55	3.90
Шелаболиха	2.35	3.33	3.98	2.77	1.84	2.40	3.74	3.62	1.86	3.85	3.60	3.66	2.46	4.10	3.09
Шипуново	2.60	3.59	4.44	2.91	2.05	2.90	3.87	4.19	2.50	3.98	4.02	3.80	2.70	3.50	3,37

Выводы

Анализ распределения показателей климатической комфортности по территории Алтайского края для медико-географической оценки его административных районов позволяет отметить следующее:

1. В целом территория Алтайского края характеризуется выраженными различиями комфортности климата, влияющими на условия жизни и здоровье населения. Обобщенные показатели комфортности имеют максимальное значение на юго-востоке края (Алтайское — 4.73) и уменьшаются в направлении северо-востока (Тягун — 2.31) и северо-запада (Панкрушиха — 2.49). Ведущими показателями, обуславливающими особенности медико-географической обстановки, являются, в первую очередь, жесткость погоды января, ЭЭТ теплого периода и повторяемость сильных ветров.

2. Климатический потенциал самоочищения атмосферы вносит существенные изменения в картину пространственного распределения комфортности территории. Для территорий с низким потенциалом благоприятности по температурным показателям характерен достаточно высокий коэффициент рассеивания примесей в атмосфере, что улучшает условия для жизни и отдыха населения. Сведения о климатическом потенциале самоочищения можно использовать для выбора наиболее оптимальных периодов года для рекреации.

3. Повторяемость благоприятных погод с ЭЭТ от +15 до +20 °С составляет от 12 (Алтайское) до 8.5% (Тягун) дней в году. Наиболее комфортный период за исследуемый отрезок времени наблюдался в Тальменке в 1998 году (57 дней — 15.6%).

Биоклиматические особенности Алтайского края позволяют широко использовать территорию в рекреационных и лечебно-оздоровительных целях.

Список литературы

- [1] РУСАНОВ В.И. Биоклимат Западно-Сибирской равнины / Под общей ред. М.В. Кабанова. Томск: Изд-во Ин-та оптики атмосферы СО РАН, 2004. 208 с.
- [2] АСМАН Д. Чувствительность человека к погоде. М.: Гидрометеиздат, 1966. 245 с.
- [3] ДАНИШЕВСКИЙ Г.М. Акклиматизация человека на Севере. М.: Медицина, 1955. 412 с.
- [4] ПРОХОРОВ Б.Б. Прикладная антропоэкология. М., 1998. 312 с.
- [5] БАШАЛХАНОВА Л.Б., СОРОКИНА Л.П. Дискомфортность климата Иркутской области // География и природные ресурсы. 1991. № 1. С. 88–95.
- [6] ФЕДОТОВ В.И., ЗАТУЛЕЙ К.С., НЕСТЕРОВ Ю.А. Региональные модели карт комфортности природной среды // Вест. ВГУ. Сер. география и геоэкология. 2001. № 1. С. 3–15.
- [7] ГРИГОРЬЕВА Е.А. Оценка дискомфорта климата Еврейской автономной области // Электр. журн. "Исследовано в России". 2003. № 147.
- [8] ХЛЕБОВИЧ И.А. Медико-экологическая оценка природных комплексов. На примере южных районов Средней Сибири. Л.: Наука, 1972. 128 с.
- [9] ИСАЕВ А.А. Экологическая климатология. М.: Науч. мир, 2001. 458 с.
- [10] ЛИНЕВИЧ И.Л., СОРОКИНА Л.П. Климатический потенциал самоочищения атмосферы: опыт разномасштабной оценки // География и природные ресурсы. 1992. № 4. С. 160–165.

Поступила в редакцию 2 июня 2005 г.