

**Национальная академия  
наук Беларуси**



**Институт природопользования  
НАН Беларуси**

**Белорусский республиканский  
фонд фундаментальных  
исследований**

# Проблемы природопользования: итоги и перспективы

Материалы  
Международной научной конференции  
(к 80-летию Института природопользования)

Минск  
21-23 ноября 2012 г.

Минск  
РУП «Минсктиппроект»  
2012

УДК 504:338:66(476)

ББК 20.18(4Бел)я43

Е 24

Рекомендовано

ученым советом Института природопользования НАН Беларуси  
(протокол № 10 от 31 октября 2012 г.)

Редакционная коллегия:

член-корр. А. К. Караванов - ответственный редактор

акад. Н.Н. Бамбалов;	канд. геогр. наук Н.К. Быкова;
акад. И.И. Лиштвак;	канд. хим. наук В.К. Жуков;
акад. В.Ф. Логинов;	канд. геогр. наук О.В. Кадацкая;
акад. А.В. Матвеев;	канд. техн. наук С.И. Коврик;
д-р техн. наук Г.П. Бровка;	канд. геогр. наук Л.А. Кравчук;
д-р техн. наук С.В. Какарека;	канд. ф.-м. наук Ю.Ю. Навоша;
д-р техн. наук Б.В. Курзо;	канд. г.-м. наук В.И. Пашкевич;
д-р геогр. наук Т.И. Кухарчик;	канд. техн. наук В.А. Ракович;
д-р техн. наук Г.В. Наумова;	канд. с.-х. наук Г.А. Соколов;
д-р геогр. наук В.С. Хомич;	канд. геогр. наук М.И. Струк;
канд. хим. наук А.Э. Томсон;	канд. техн. наук Ю.Г. Янута

Рецензенты:

акад. А.Р. Цыганов; д-р геогр. наук В.Н. Киселев

**Проблемы природопользования: итоги и перспективы : материалы**  
Е 24 **Международ. научн. конф., г. Минск, 21-23 ноября 2012 г. / Нац. акад. наук**  
**Беларуси [и др.]; редкол.: А.К. Караванов [и др.]. - Минск : Минсктиппро-**  
**ект, 2012. - 333 с.**

ISBN 978-985-7031-18-4

В сборник включены материалы научных исследований по проблемам природопользования в Беларуси и сопредельных странах. Рассматриваются вопросы генезиса, структурообразования и переработки твердых горючих ископаемых, а также технологии получения новых продуктов и материалов различного назначения. Приводятся результаты геоэкологических исследований, изучения природно-ресурсного потенциала и устойчивого развития территорий. Представлены материалы комплексного изучения строения земной коры и мантии для поиска полезных ископаемых и рационального использования недр.

Книга предназначена для широкого круга ученых, специалистов и лиц, интересующихся проблемами природопользования и экологии.

The conference proceedings include the results of nature management in Belarus and neighboring countries. The problems of the genesis, structure formation and processing of combustible minerals are considered. In a number of articles the technologies of obtaining of new products and materials for different purposes are presented. Whole series of articles devote to various aspects of geo-ecological research, study of natural resource potential and sustainable development of the territories. Materials of integrated research on the Earth's crust and mantle for prospecting of minerals and rational use of mineral resources are also introduced.

The book is addressed to a wide range of scientists, experts and individuals concerned with nature management and ecology.

УДК 504.338:66(476)

ББК 20.18(4Бел)я43

ISBN 978-985-7031-18-4

© Институт природопользования НАН Беларуси, 2012  
CD Оформление. РУП «Минсктиппроект», 2012

А.Н. Витченко<sup>1</sup>, И.А. Телеш<sup>2</sup>

## ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КОМФОРТНОСТИ КЛИМАТА ОБЛАСТНЫХ ГОРОДОВ БЕЛАРУСИ

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь

e-mail: [dr.vitchenko@rambler.ru](mailto:dr.vitchenko@rambler.ru)

<sup>2</sup>Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,

Минск, Республика Беларусь

e-mail: [teleshinna@rambler.ru](mailto:teleshinna@rambler.ru)

*Дана геоэкологическая оценка комфортности климата областных городов Беларуси. Полученные результаты могут быть использованы в практике рационального природопользования Беларуси для принятия грамотных управленческих решений по оптимизации функционирования и развития урбанизированных территорий страны.*

В настоящее время уделяется значительное внимание проблемам развития городов требующих квалифицированного решения. Многогранность города как природно-социального комплекса, архитектурной и градостроительной системы требует участия в исследовании его проблем представителей многих наук. Изучение комфортности климатических условий городов является составной частью комплексной оценки геоэкологического потенциала среды жизнедеятельности человека на урбанизированных территориях.

Анализ литературных источников и собственные исследования позволили авторам разработать методику геоэкологической оценки комфортности климата городов. Она базируется на расчете частных и интегральных эколого-климатических показателей (ЭКП) состояния окружающей среды, характеризующих степень ее благоприятности для человека, выполненных на основе математического моделирования природно-антропогенных процессов с использованием современных ГИС-технологий [1-3].

Под геоэкологической оценкой комфортности климата города авторы понимают определение степени его благоприятности по отношению к организму человека с учетом естественного потенциала самоочищения атмосферы и влияния климата на режим эксплуатации жилых сооружений.

Интегральный показатель комфортности климата дает представление о степени благоприятности климата городов для жизнедеятельности людей с учетом воздействия всего комплекса рассматриваемых метеорологических факторов и рассчитывается по уравнению:

$$K_{ипкк} = C_1F_1 + C_2F_2 + C_3F_3 + \dots + C_nF_n / F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_n,$$

где  $K_{ипкк}$  - интегральный показатель комфортности климата, отн. ед.;  $C$  - уровень  $i$ -го эколого-климатического показателя, баллы;  $F$  - коэффициент значимости  $i$ -го эколого-климатического показателя.

В областных городах Беларуси можно выделить 4 категорий комфортности климатических условий:  $K_{ипкк} > 4,00$  - комфортные, 3,00-3,99 - умеренно комфортные, 2,00-2,99 - мало комфортные,  $< 1,99$  - дискомфортные.

Предложенная методика была реализована в виде географической информационной системы геоэкологической оценки комфортности климата городов (ГИС «ГОКК»). Разработка ГИС «ГОКК» базируется на методологии системного анализа и ее структура состоит из трех основных подсистем: ввода и управления данными, их сортировки и классификации по заданным признакам; вычислительной обработки и комбинирования данных по заданной программе; представления полученных расчетных характеристик в виде таблиц. Программа ГИС «ГОКК» написана в среде Delphi на языке Object Pascal.

Оценка комфортности климата областных городов Беларуси выполнялась на основе среднесуточной метеорологической информации (средние суточные данные о температуре и относительной влажности воздуха, парциальном давлении водяного пара, скорости ветра, атмосферном давлении, атмосферных осадках, общей облачности, туманах) по данным 6 метеостанций областных центров страны за 25-летний период (1984-2008 гг.).

Анализ полученных результатов показал, что, в областных городах Беларуси в теплый период года количество дней с нормальной эквивалентно-эффективной температурой ( $K_{нээх}$ ) воздуха, отражающей воздействие на человека совокупности метеорологических условий: скорости ветра, температуры и относительной влажности воздуха, отличаются значительной пространственно-временной

изменчивостью. Максимальное значение  $K_{пЭТ}$  наблюдалось в 2000 г. в Минске - 53 дня, а наименьшее - в 1990 г. в Могилеве - 8 дней. Коэффициент вариации ( $C_v$ )  $K_{пЭТ}$  изменяется от 20,21% в Гомеле до 34,85% в Гродно. Уровень комфортности  $K_{пЭТ}$  отличается значительно большей изменчивостью, чем абсолютные значения рассматриваемого ЭКП.  $C_v$  уровня комфортности  $K_{пЭТ}$  варьирует от 33,15% в Минске до 63,88% в Могилеве. В среднем большее количество дней с комфортными значениями НЭЭТ за период с 1984 по 2008 г. отмечается в Минске, Бресте и Гомеле, немного меньше - в Витебске и минимальное - в Гродно и Могилеве.

Количество душных дней со средней суточной температурой воздуха  $> 20^{\circ}\text{C}$  и относительной влажностью воздуха  $> 75\%$  ( $K_{дд}$ ) в областных городах Беларуси в течение года не большое (3-5), но отличается значительной пространственной и межгодовой изменчивостью. Максимальные значения  $K_{дд}$  наблюдались в 2001 г. в Гомеле и Гродно (21 день). В тоже время во всех областных центрах страны, в отдельные годы, подобные климатические условия не наблюдались: в Бресте - 1984—1985 гг.; Витебске - 1984, 1993-1994, 2006; Гомеле - 1987; Гродно - 1984, 1993, 1994; Минске - 1992, Могилеве - 1984, 1993 г. Коэффициент вариации  $K_{дд}$  изменяется от 68,79% в Бресте до 110,25% в Гродно. Уровень комфортности  $K_{дд}$  отличается меньшей изменчивостью, чем абсолютный показатель.  $C_v$  уровня комфортности  $K_{дд}$  варьирует от 21,74% в Минске до 38,49% в Гомеле.

В холодный период года важной характеристикой комфортности климатических условий является количество дней с индексом холодового стресса по Хиллу  $> 4,5 \text{ Вт/м}^2\text{-с}$ , отражающей воздействие на человека совокупности метеорологических условий: скорости ветра, температуры и упругости водяного пара воздуха ( $K_{дп}$ ). Максимальное значение  $K_{дп}$  наблюдалось в 1993 г. в Могилеве и составило 127 дней, а наименьшее - в 2000 г. в Минске - 8 дней. Коэффициент вариации  $K_{дп}$  изменяется от 13,95% в Могилеве до 62,7% в Минске. Уровень комфортности  $K_{дп}$  в Гродно и Могилеве самый низкий и стабильный среди областных центров. В тоже время  $C_v$  уровня комфортности  $K_{дп}$  в Витебске составляет 80,7%. В среднем большее количество дней с дискомфортными значениями  $K_{дп}$  за период с 1984 по 2008 г. отмечается в Гродно и Могилеве, далее по убыванию этого показателя следуют Витебск, Гомель, Минск и Брест.

Количество холодных дней с температурой воздуха  $< -10^{\circ}\text{C}$  ( $K_{хд}$ ) в областных городах Беларуси в течение года относительно небольшое. Во всех областных центрах страны наибольшие значения  $K_{хд}$  наблюдалось в 1985 г. в Гомеле и Могилеве - 57 дней, в Витебске - 53, Минске - 46, Гродно - 41 и Бресте - 35 дней. Минимальное количество холодных дней в Витебске было в 1990 и 2008 г. (3 дня), в Гомеле, Гродно, Минске и Могилеве - в 1990 году (2), а в Бресте в 1984 и 1990 г. вообще не было холодных дней. Коэффициент вариации  $K_{хд}$  изменяется от 57,57% в Витебске до 103,91% в Бресте.  $C_v$  уровня комфортности  $K_{хд}$  в Бресте, Гомеле, Гродно и Минске меньше, а в Витебске и Могилеве выше, чем у абсолютных значений этого ЭКП и варьирует от 38,02% в Бресте до 69,9% в Могилеве. В среднем за период с 1984 по 2008 г. меньшее количество холодных дней в отмечается в Бресте (9,2), далее в порядке возрастания средних значений этого ЭКП располагаются Гродно (12,4), Минск (16,0), Гомель (17,0), Витебск (21,4) и Могилев (22,0).

Количество случаев с контрастными изменениями погоды ( $K_{ип}$ ) в областных городах Беларуси в течение года, отличается незначительной пространственно-временной изменчивостью. Максимальное значение  $K_{ип}$  наблюдалось в 1995 г. в Витебске и в 1994 г. в Минске - 179 дней, а наименьшее - в 2002 г. в Гомеле - 116 дней. Коэффициент вариации  $K_{ип}$  небольшой и изменяется от 7,6% в Бресте до 9,07% в Гродно. Уровень комфортности  $K_{ип}$  отличается значительно большей изменчивостью, чем абсолютные значения рассматриваемого ЭКП.  $C_v$  уровня комфортности  $K_{ип}$  варьирует от 36,59 в Бресте до 57,97% в Витебске. В среднем большее количество случаев с контрастными изменениями погоды в период с 1984 по 2008 г. отмечается в Витебске (157,6), в остальных областных центрах этот эколого-климатический показатель различается незначительно, от 145,9 в Гродно до 149,2 в Могилеве.

Количество дней с межсуточным изменением атмосферного давления  $> 9 \text{ гПа/сут}$  ( $K_{ад}$ ) отличается небольшой пространственно и временной изменчивостью. Максимальное значение  $K_{ад}$  наблюдалось в 1995 г. в Витебске - 72 дня, а наименьшее - в 1996 г. в Гомеле и в 2006 г. в Минске - 23 дня. Коэффициент вариации ( $C_v$ )  $K_{ад}$  изменяется от 21,83% в Бресте до 25,03% в Гомеле. Уровень комфортности  $K_{ад}$  отличается значительно большей изменчивостью, чем абсолютные значения этого ЭКП.  $C_v$  уровня комфортности  $K_{ад}$  варьирует от 48,10 в Бресте до 87,93% в Витебске. В среднем большее количество дней с резким межсуточным изменением атмосферного давления за период с 1984 по 2008 г. отмечается в Витебске, Гродно, Минске и Могилеве, минимальное - в Гомеле и Бресте.

Важной характеристикой комфортности климатических условий в городах является количество дней с относительной влажностью воздуха  $> 80\%$  ( $K_{ов}$ ), неблагоприятной для жизнедеятельности населения. Максимальное значение  $K_{ов}$  наблюдалось в 1985 г. в Гродно и составило 249 дней, а наименьшее - в 2000 г. в Бресте - 135 дней. Коэффициент вариации  $K_{ов}$  небольшой и изменяется от

8,75% в Минске до 10,02% в Гомеле. Уровень комфортности  $K_{ов}$  в Могилеве и Гродно самый низкий среди областных центров Беларуси. С<sub>у</sub> уровня комфортности  $K_{ов}$  варьирует от 26,77% в Бресте до 55,41% в Гродно. В среднем большее количество дней с дискомфортными значениями относительной влажности воздуха за период с 1984 по 2008 г. отмечается в Гродно, далее по убыванию этого показателя следуют Могилев, Витебск, Минск, Гомель и Брест.

Количество дней со скоростью ветра  $> 5$  м/с ( $K_{св}$ ) отличается значительной пространственно-временной изменчивостью. Максимальное значение  $K_{св}$  было отмечено в 1997 г. в Могилеве - 134 дня. Отсутствие дней со скоростью ветра  $> 5$  м/сек наблюдалось в Витебске в 2006 году и в Минске 2006 и 2008 г. Коэффициент вариации  $K_{св}$  изменяется от 18,6% в Могилеве до 97,62% в Минске. Уровень комфортности  $K_{св}$  отличается значительно меньшей изменчивостью, чем абсолютные значения этого ЭКП. С<sub>у</sub> уровня комфортности  $K_{св}$  варьирует от 0 в Гродно и Могилеве, до 55,68% в Витебске. В среднем большее количество дней с высокой скоростью ветра за период с 1984 по 2008 г. отмечается в Гродно (78,5) и Могилеве (918), минимальное - в Минске (5,9).

Количество дней с осадками  $> 1$  мм ( $K_{ос}$ ) в областных городах Беларуси в течение года, отличается незначительной пространственно-временной изменчивостью. Максимальное значение  $K_{ос}$  наблюдалось в 1988 г. в Витебске - 154 дня, а наименьшее - в 2002 г. в Гродно - 85 дней. Коэффициент вариации  $K_{ос}$  небольшой и изменяется от 9,62% в Бресте до 10,75% в Могилеве. Уровень комфортности  $K_{ос}$  отличается значительно большей изменчивостью, чем абсолютные значения рассматриваемого ЭКП. С<sub>у</sub> уровня комфортности  $K_{ос}$  варьирует от 23,02 в Гродно до 54,79% в Витебске. В среднем большее количество дней с осадками  $> 1$  мм в областных центрах Беларуси в период с 1984 по 2008 г. отмечается в Витебске (126,5), в остальных областных городах этот эколого-климатический показатель различается незначительно, от 104,0 в Бресте до 116,8 в Минске.

Существенной характеристикой комфортности климатических условий в городах является количество дней с облачностью  $> 6$  баллам ( $K_{об}$ ), имеющей негативное психолого-физиологическое воздействие на жизнедеятельность населения городов. Максимальное значение  $K_{об}$  наблюдалось в 2008 г. в Витебске и составило 289 дней, а наименьшее - в 2006 г. в Бресте - 208 дней. Коэффициент вариации  $K_{об}$  небольшой и изменяется от 11,21% в Бресте до 14,32% в Витебске. Уровень комфортности  $K_{об}$  в Витебске и Могилеве самый низкий среди областных центров Беларуси. С<sub>у</sub> уровня комфортности  $K_{об}$  варьирует от 10,92% в Бресте до 50,42% в Витебске. В среднем большее количество дней с дискомфортными значениями облачности за период с 1984 по 2008 г. отмечается в Витебске, далее по убыванию этого показателя следуют Минск, Могилев, Гродно, Гомель и Брест.

В областных городах Беларуси продолжительность комфортного периода эксплуатации жилых сооружений ( $K_{эжс}$ ), определяемого влиянием различных сочетаний средней суточной температуры и относительной влажности воздуха характеризуются небольшой пространственно-временной изменчивостью. Максимальное значение  $K_{эжс}$  наблюдалось в 2000 г. в Бресте - 147 дней, а наименьшее - в 1987 г. в Гродно - 81 день. Коэффициент вариации (С<sub>у</sub>)  $K_{эжс}$  изменяется от 8,48% в Бресте и Минске до 11,21% в Гродно. Уровень комфортности  $K_{эжс}$  отличается большей изменчивостью, чем абсолютные значения рассматриваемого ЭКП. С<sub>у</sub> уровня комфортности  $K_{эжс}$  варьирует от 14,25 в Бресте до 39,08% в Гродно. В среднем большее количество дней с комфортными значениями  $K_{эжс}$  за период с 1984 по 2008 г. отмечается в Бресте и Гомеле, несколько меньше - в Минске и Витебске, а минимальное - в Гродно и Могилеве.

Климатический потенциал самоочищения атмосферы ( $K_{кпс}$ ) в областных городах Беларуси определяется как функция комплексного влияния число дней со штилем, туманами, осадками  $> 1$  мм, сильным ветром  $> 5$  м/с и характеризуются небольшой пространственной и существенной временной изменчивостью. Максимальное значение  $K_{кпс}$  наблюдалось в 1991 г. в Минске - 0,7, а наименьшее - в 1991 и 1995 г. в Витебске и 2007-2008 гг. в Бресте - 0,1. Коэффициент вариации (С<sub>у</sub>)  $K_{кпс}$  изменяется от 23,33% в Гродно до 36,67% в Витебске. Уровень комфортности  $K_{кпс}$  отличается меньшей изменчивостью, чем абсолютные значения рассматриваемого ЭКП. С<sub>у</sub> уровня комфортности  $K_{кпс}$  варьирует от 11,18 в Могилеве до 19,72% в Минске. В среднем более высокий климатический потенциал самоочищения атмосферы за период с 1984 по 2008 г. отмечается в Минске и Гомеле, несколько меньше - в Бресте, Витебске и Гродно, а минимальный - в Могилеве.

По сравнению с другими ЭКП температура воздуха в июле ( $t^и$ ) отличается небольшой пространственно-временной изменчивостью. Максимальная температура воздуха в июле наблюдалась в 2001 г. в Гомеле (24,0°C), а минимальная - в 1984 г. в Могилеве (15,4°C). Коэффициент вариации  $t^и$  изменяется от 9,04% в Гомеле до 10,5% в Гродно. Уровень комфортности  $t^и$  отличается значительно большей изменчивостью, чем абсолютные значения рассматриваемого ЭКП. С<sub>у</sub> уровня комфортности  $t^и$  варьирует от 47,81 в Гомеле до 61,69% в Минске. В среднем более высокая температура в июле в период с 1984 по

2008 г. отмечается в Гомеле (19,7°C) и Бресте (19,2°C), в остальных областных городах она различается незначительно, от 18,0°C в Гродно и Могилеве, до 18,3°C в Витебске и 18,4°C в Минске.

Температура воздуха в январе ( $t_{\text{я}}$ ), по сравнению с температурой воздуха в июле, отличается значительно большей временной изменчивостью. Минимальная температура воздуха в январе наблюдалась в 1987 г. в Могилеве (-17,0°C), а максимальная - в 2007 г. в Бресте (2,6°C). Коэффициент вариации  $t_{\text{я}}$ , очень большой и изменяется от 77,5% в Витебске до 180,45% в Бресте. Уровень комфортности  $t_{\text{я}}$ , отличается значительно меньшей изменчивостью, чем абсолютные значения рассматриваемого ЭКП. С уровня комфортности  $t_{\text{я}}$  варьирует от 24,11 в Бресте до 33,75% в Могилеве. В среднем более низкая температура воздуха в январе в период с 1984 по 2008 г. отмечается в Витебске и Могилеве (-4,8°C), далее в соответствии повышением температуры воздуха следуют Гомель (-4,1°C), Минск (-4,0°C), Гродно (-3,1°C) и Брест (-2,2°C).

Анализ изменения интегрального показателя комфортности климата ( $K_{\text{ипкк}}$ ) за 1984-2008 гг. показывает, что в областных городах Беларуси преобладали мало комфортные (51%) и умеренно комфортные (37%) климатические условия, комфортные климатические условия (7%) наблюдались в Бресте, Минске и Гомеле, а дискомфортные (5%>) - в Могилеве, Гродно и Витебске.

Максимальное значение  $K_{\text{ипкк}}$  наблюдалось в 2005 г. в Бресте - 4,48, а минимальное - в 1998 г. в Могилеве - 1,7. Комфортность климата в областных центрах Беларуси отличается умеренной межгодовой и пространственной изменчивостью. Коэффициент вариации  $K_{\text{ипкк}}$  изменяется от 11,75% в Бресте до 16,79% в Витебске. Более благоприятные климатические условия за период с 1984 по 2008 г. отмечаются в Бресте (3,66) и далее по убыванию средних значений  $K_{\text{ипкк}}$  следуют Гомель (3,29), Минск (3,19), Гродно (2,64), Витебск (2,62) и Могилев (2,38).

Проведенные исследования показали, что в период с 1984 по 2008 г. в областных городах Беларуси отмечается тенденция к повышению: количества дней с комфортными значениями нормальных эквивалентно-эффективных температур; продолжительности комфортного периода эксплуатации жилых сооружений; среднемесячной температуры воздуха в июле и январе. Тенденция к снижению характерна для: количества дней дискомфорта с индексом холодового стресса по Хиллу >4,5 Вт/м<sup>2</sup>-с; количества случаев с контрастными изменениями погоды; количества дней: с неблагоприятным для человека резким изменением атмосферного давления и значениями относительной влажности воздуха, скоростью ветра > 5 м/с и осадками > 1 мм.

Кроме того, для Бреста, Гомеля, Гродно, Могилева и особенно Минска отмечается устойчивая тенденция к понижению, а для Витебска повышению климатического потенциала самоочищения атмосферы; для Бреста, Витебска и Гродно тенденция к снижению, а для Гомеля, Минска и Могилева к увеличению количества дней с дискомфортными значениями облачности.

В целом на протяжении исследуемого периода отмечается устойчивая тенденция к улучшению комфортности климата областных городов Беларуси, в среднем во всех рассматриваемых городах наименее благоприятные условия наблюдались в 1985 г. (2,22) и 1988 г. (2,3) годах, наиболее комфортные в 2002 (3,57) и 2005 (3,69) годах.

Геоэкологическая оценка комфортности климата областных городов Беларуси позволяет своевременно проводить профилактику метеотропных реакций, устранять или ослаблять отрицательное действие неблагоприятных погодных условий на жизнедеятельность их населения. Полученные результаты могут быть использованы в практике рационального природопользования Беларуси для принятия грамотных управленческих решений по оптимизации функционирования и развития областных центров страны. Созданные методика и компьютерная географическая информационная система геоэкологической оценки комфортности климата городов могут быть применены при проведении аналогичных исследований в других регионах. Кроме того материалы исследований могут быть использованы для ведения и совершенствования климатического мониторинга в Беларуси на региональном и локальном уровнях, являются основой для разработки сценариев возможного изменения климата в областных городах Беларуси и предложений по адаптации человека к его вариациям.

• Литература

1. Витченко А.Н. Теоретические и прикладные аспекты оценки влияния погоды на человека в природно-хозяйственных регионах Беларуси // Брэсцкі геаграфічны веснік. 2002. Т. П. №. 2. С. 14-23.
2. Витченко А.Н., Телеш И.А. Методика геоэкологической оценки комфортности климата городов // Вестник БГУ. Сер. 2. 2007. № 2. С. 99-104.
3. Телеш И.А. Методические подходы к оценке комфортности климата // Вестник БДПУ. Сер. 3. 2007. № 1. С. 76-80.