

УДК 613.1:616-036.88(571.51)

## ОЦЕНКА РИСКА ПОВЫШЕНИЯ СМЕРТНОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ВОЛН ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДА КРАСНОЯРСКА

© 2018 г. <sup>1,2</sup>Д. А. Черных, <sup>1,3</sup>О. В. Тасейко<sup>1</sup>Институт вычислительных технологий Сибирского отделения РАН, <sup>2</sup>Сибирский федеральный университет,<sup>3</sup>Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева, г. Красноярск

**Цель.** Оценить влияние температурных волн на показатели смертности населения г. Красноярска. **Методы.** Идентификация температурных волн осуществлялась методом многолетних распределений среднесуточных температур. Для определения относительного прироста смертности в период температурной волны над фоновой смертностью выявлялся относительный риск смертности (relative risk, RR), рассчитанный как максимум из нескольких величин RR, вычисленных при различных лагах от нуля до максимального допустимого лага. **Результаты.** Изучена ежедневная смертность населения г. Красноярска за 10 лет, её показатели были разделены на четыре возрастные группы (0–17, 18–29 лет, 30–64 года и 65 лет и старше). Выделены три группы причин смертности: болезни системы кровообращения, болезни органов дыхания и внешние причины. Для оценки доли населения, подвергшегося влиянию температурных волн, вычислены значения относительного риска. Для сравнения риска смертности населения от температурных волн с другими рисками рассчитаны вероятность возникновения температурных волн, вероятность смерти в период температурных волн и риск повышения смертности в этот период. **Выводы.** Результаты исследования позволяют утверждать, что температурные волны (как волны жары, так и волны холода) наиболее негативно влияют на смертность от болезней системы кровообращения в возрастной группе 65 лет и старше с величиной риска от волн жары  $4,4 \cdot 10^{-3}$  и от волн холода  $4,81 \cdot 10^{-3}$ .

**Ключевые слова:** волны жары, волны холода, риски смертности, пороговое значение температуры

## ASSESSMENT OF THE RISK MORTALITY FROM THERMAL WAVES IN KRASNOYARSK CITY

<sup>1,2</sup>D. A. Chernykh, <sup>1,3</sup>O. V. Taseiko<sup>1</sup>Institute of Computational Technologies of the Siberian of the Russian Academy of Sciences, Krasnoyarsk; <sup>2</sup>Siberian Federal University, Krasnoyarsk; <sup>3</sup>Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, Russia

**Objective.** The main goal of this article is to estimate an influence of thermal wave on population mortality of Krasnoyarsk city. **Methods.** The temperature waves' identification was carried out by method of long-term classification of mean daily temperature. To define relative mortality increase during thermal wave over background mortality a relative risk (RR) was revealed and calculated as maximum of RR values in different lags from 0 to maximal acceptable lags. **Results.** Daily mortality of Krasnoyarsk population has been studied for 10 years. The indices were divided into four age groups (0-17, 18-29, 30-64 and 65 years and older). Three groups that caused mortality have been marked: circulatory diseases, diseases of respiratory system and external causes. To assess the proportion of the population exposed to the influence of temperature waves a relative risk (RR or RR) was calculated. To compare the population mortality risk from thermal waves with other risks expectance of thermal waves' rising, death expectance during the thermal waves and the risk of mortality increase from thermal waves were calculated. **Conclusions.** The study results allow to state that the thermal waves (both heat and cold) have a greater negative effect on death from circulatory diseases in the age group 65+, with the risk magnitude from heat waves  $4,4 \cdot 10^{-3}$  and from cold -  $4,81 \cdot 10^{-3}$ .

**Keywords:** heat wave, cold wave, relative risk of mortality, threshold temperature

### Библиографическая ссылка:

Черных Д. А., Тасейко О. В. Оценка риска повышения смертности от температурных волн для населения города Красноярска // Экология человека. 2018. № 2. С. 3–8.

Chernykh D. A., Taseiko O. V. Assessment of the Risk Mortality from Thermal Waves in Krasnoyarsk City. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2018, 2, pp. 3-8.

Изменение климата с каждым годом становится всё более ощутимым неблагоприятным фактором окружающей среды, который оказывает существенное влияние на здоровье населения [12]. В связи с климатическими изменениями увеличиваются частота, интенсивность и продолжительность температурных волн [20]. Температурные волны — это область низких или высоких температур воздуха, не остающаяся подолгу на одной и той же территории, которая перемещается, подобно волне, с места на место. На температурной кривой такая область выглядит как волнообразное падение и повышение.

При этом температурные пороги волн определяются индивидуально для каждой климатической зоны [1].

Связь между температурой воздуха, функциональными изменениями в организме и уровнем смертности в последние годы изучается достаточно интенсивно [6, 12, 18]. Многие исследователи показывают наличие зависимости повышения уровня преждевременной смертности от температурных волн, как волн жары, так и волн холода [9, 15, 16, 19, 22]. Влияние аномальных температур соотносят с увеличением числа смертельных исходов преимущественно среди лиц пожилого возраста, страдающих хроническими забо-

леваниями сердечно-сосудистой системы или органов дыхания [10, 12].

Исследование в г. Чикаго в 1995 году является одной из первых работ по оценке влияния волн жары на здоровье населения. Тогда из-за пятидневной жары на уровне 40 °С число смертей увеличилось на 85 % [21]. В 2003 году в Западной Европе аномальная жара вызвала избыточную смертность, которая составила свыше 70 тыс. случаев смертей в 12 странах [14]. Всемирной организацией здравоохранения изучалось влияние волн жары и холода на смертность населения за период 1990-х годов в 15 европейских городах. В основную группу риска попали люди 75 лет и старше, однако в некоторых городах достаточное количество смертей, обусловленных жарой, установлено в более молодых возрастных группах [3]. В Калифорнии в период с 1999 по 2009 год было обнаружено 19 волн жары с длительностью в 3–15 дней, которые привели к увеличению госпитализаций на 7 % в пик жары. Волны жары значительно повлияли на несколько категорий болезней, включая сердечно-сосудистые, респираторные заболевания, обезвоживание, острую почечную недостаточность, жар и психические расстройства [17].

Температурные зависимости и риски для здоровья населения Российской Федерации (РФ) оценивались лишь для некоторых территорий. Так, для Якутска были установлены относительные риски смертности во время волн жары и холода за период с 1999 по 2007 год, а также относительное изменение смертности в связи с суточным перепадом температур на 1 °С в возрастной группе от 65 лет и старше [3].

Целью исследования является оценка влияния температурных волн на показатели смертности населения Красноярска.

### Методы

Красноярск характеризуется резкоконтинентальным климатом и наличием высоких температур летом до +36 °С и экстремально низких зимой до –43 °С (по данным наблюдений за последние 30 лет). В связи с имеющимися климатическими особенностями для города актуален анализ влияния волн не только жары, но и холода.

Многолетнее распределение суточных температур изучалось методами дисперсионного анализа с целью оценки влияния коротких (дискретных) погодных эпизодов — волн жары и холода на смертность.

На первом этапе оценивались пороговые значения температур и осуществлялась идентификация температурных волн. Для этого использовались данные фоновой для территории Красноярска метеостанции государственной наблюдательной сети по таким показателям [2]: средняя ( $T_{cp}$ ), максимальная ( $T_{max}$ ) и минимальная ( $T_{min}$ ) суточные температуры воздуха для двух периодов: 2000–2004 и 2010–2014 годы. Температура на метеостанциях измерялась каждые три часа в автоматическом режиме в соответствии с общепринятым международным протоколом.

Определение пороговых значений температур и идентификация температурных волн в данной работе осуществлялись на основании определения, сформулированного в аналогичном исследовании, выполнявшемся для г. Архангельска [3]. Волна жары представляет собой пять или более последовательных дней, во время которых среднесуточная температура превышает 97 ‰ многолетнего распределения среднесуточных температур. Волна холода представляет собой пять или более последовательных дней, во время которых среднесуточная температура падает ниже 3 ‰ многолетнего распределения среднесуточных температур.

На следующем этапе рассчитывались относительные риски смертности в период температурных волн. Для этой цели использовалась база данных показателей смертности, предоставленная Территориальным органом Федеральной службы государственной статистики по г. Красноярску. Ежедневная смертность в Красноярске изучалась за 10 лет (с 1 января 2000 года по 31 декабря 2004-го и с 1 января 2010 года по 31 декабря 2014-го). Для этих периодов составлены временные ряды по трём причинам смерти и четырём возрастным группам, то есть всего рассматривалось 12 показателей смертности (табл. 1).

Таблица 1

Анализ показателей смертности в г. Красноярске по причинам и возрастным группам за 2000–2004 и 2010–2014 годы, случаи

| Код по МКБ-10               | Причина смерти                 | Возрастная группа, лет |       |       |       |
|-----------------------------|--------------------------------|------------------------|-------|-------|-------|
|                             |                                | 0–17                   | 18–29 | 30–64 | 65 >  |
| I10-15; 20-25; 44-49, 60-69 | Болезни органов кровообращения | 8                      | 127   | 11730 | 34130 |
| J00-22; 30; 40-44; 45       | Болезни органов дыхания        | 92                     | 103   | 2285  | 3312  |
| V01-Y98                     | Внешние причины                | 496                    | 2729  | 11316 | 2253  |

Население Красноярска, для которого проводилась оценка влияния климатических изменений на показатели здоровья, было разделено на четыре возрастные группы: 1-я группа — от 0 до 17 лет; 2-я группа — от 18 до 29 лет; 3-я группа — от 30 до 64 лет; 4-я группа — от 65 лет и старше.

Отдельное изучение возрастных групп важно с точки зрения последующего анализа возрастных различий и является общепринятым в подобных исследованиях в РФ [3].

Для определения относительного прироста смертности в период температурной волны над фоновой (ожидаемой для данных календарных дат) смертностью рассчитывался относительный риск смертности (relative risk, RR). Если волна длины N продолжалась со дня D до D + N – 1, то относительный риск вычислялся как средняя суточная смертность за период волны, деленная на фоновую смертность, которая бралась в первый день волны. В связи с тем, что допускалось наличие лага между волной температуры и

волной смертности, относительный риск смертности вычислялся как максимум из нескольких величин RR, рассчитанных при различных лагах от нуля до максимального допустимого лага L [3]

$$RR_L = \max_{j=0, \dots, L} \frac{\sum_{i=j}^{N-1+j} M_{D+i+j}}{NM_{D+j}^{\Phi}} \quad (1),$$

Показатель относительного риска сравнивался с 1 для того, чтобы определить характер влияния фактора на исход:

- при  $RR = 1$  исследуемый фактор не влияет на вероятность исхода (отсутствие связи между фактором и исходом);
- при  $RR > 1$  фактор повышает частоту исходов (прямая связь);
- при  $RR < 1$  вероятность исхода при воздействии фактора снижается (обратная связь).

Оценка значения границ 95 % доверительного интервала выполнялась в соответствии со следующими условиями:

- если доверительный интервал не включает 1, то статистическая значимость выявленной связи между фактором и исходом имеет вероятность ошибки  $p < 0,05$ ;
- если нижняя граница доверительного интервала меньше 1, а верхняя — больше, можно сделать вывод об отсутствии статистической значимости влияния фактора на частоту исхода, независимо от величины показателя RR ( $p > 0,05$ ) [5, 8, 11].

Для дальнейшего анализа использовались только те показатели смертности, относительные риски которых были признаны статистически значимыми на 95 % уровне.

Третий этап включал установление и анализ динамики временных лагов относительного риска смертности. При вычислении относительного риска по формуле (1) оценивался временной лаг. Временной лаг — это показатель, отражающий отставание или опережение во времени одного явления по сравнению с другим. В данном случае временной лаг характеризует отставание смертности в период температурных волн.

Для расчета описанных показателей предлагалось использовать следующий алгоритм:

1. Вероятность возникновения температурных волн определялась по формуле:

$$P_{т.в.} = \frac{N_{д.}}{N_{г.} \cdot T_{г.}} \quad (2),$$

где  $P_{т.в.}$  — вероятность возникновения температурных волн;  $N_{д.}$  — количество дней в период температурных волн;  $N_{г.}$  — количество дней в году;  $T_{г.}$  — исследуемый период, лет.

2. Вероятность смерти в период температурных волн рассчитывалась по следующей формуле:

$$P_{см.} = \frac{d_{в.}}{d_{об.}} \quad (3),$$

где  $P_{см.}$  — вероятность смерти в период температурных волн;  $d_{в.}$  — смертность во время температурных волн в сумме за весь период;  $d_{об.}$  — смертность общая в сумме за весь период.

3. Оценка риска повышения смертности от температурных волн выполнялась на основе соотношения вероятности возникновения рисков ситуаций и их возможных последствий [7, 12, 13]:

$$R = P_{т.в.} \cdot P_{см.} \quad (4),$$

где  $R$  — риск повышения смертности от температурных волн.

## Результаты

При изучении волн жары в период с 2000 по 2004 год выявлено статистически значимое возрастание смертности для следующих пяти показателей: болезни системы кровообращения в 3-й и 4-й возрастных группах, болезни органов дыхания в 3-й и внешние причины во 2-й и 3-й группах.

За аналогичный период во время волн холода установлено возрастание смертности для трёх показателей: болезней системы кровообращения в 3-й и 4-й возрастных группах и внешних причин в 3-й группе (табл. 2).

Таблица 2  
Относительный риск смертности в период температурных волн в г. Красноярске, 2000–2004 годы

| Причина смерти                 | Возрастная группа, лет | Волны жары |            |                       | Волны холода |           |                       |
|--------------------------------|------------------------|------------|------------|-----------------------|--------------|-----------|-----------------------|
|                                |                        | RR         | 95 % ДИ    | % от общей смертности | RR           | 95 % ДИ   | % от общей смертности |
| Болезни системы кровообращения | 0–17                   | 0          | 0–0        | 0,00                  | 0            | 0–0,03    | 0,88                  |
|                                | 18–29                  | 0,04*      | 0–0,25     | 1,75                  | 0,02*        | 0–0,09    | 0,81                  |
|                                | 30–64                  | 5,17*      | 4,34–6,01  | 2,15                  | 5,19*        | 4,28–6,11 | 2,13                  |
|                                | 65+                    | 4,03*      | 2,81–5,75  | 0,58                  | 3,35*        | 2,35–4,34 | 0,48                  |
| Болезни органов дыхания        | 0–17                   | 0,06*      | 0,21–0,38  | 2,41                  | 0,02*        | 0–0,19    | 1,40                  |
|                                | 18–29                  | 0,02*      | 0–0,18     | 0,98                  | 0,08*        | 0,4–0,6   | 2,91                  |
|                                | 30–64                  | 2,54*      | 2,20–3,09  | 5,30                  | 1,63         | 1,54–2,10 | 3,18                  |
|                                | 65+                    | 1,26       | 0,99–1,59  | 3,17                  | 1,23         | 0,99–1,60 | 3,12                  |
| Внешние причины                | 0–17                   | 0,53*      | 0,40–0,82  | 4,30                  | 0,22*        | 0,21–0,49 | 1,74                  |
|                                | 18–29                  | 3,08*      | 2,74–3,58  | 4,23                  | 2,25         | 1,87–2,63 | 3,15                  |
|                                | 30–64                  | 8,31*      | 6,35–10,28 | 2,87                  | 4,43*        | 3,69–5,17 | 1,51                  |
|                                | 65+                    | 1,41       | 1,15–1,73  | 3,04                  | 1,71         | 1,49–2,06 | 3,67                  |

Примечание для табл. 2, 3. \* — относительный риск статистически значим при 95 % уровне.

При анализе волн жары в период с 2010 по 2014 год выявлено увеличение смертности для следующих четырёх показателей: болезни системы кровообращения в 3-й и 4-й возрастных группах,

болезни органов дыхания в 4-й и внешние причины в 3-й группе. Во время волн холода в этот период установлен рост смертности для четырёх показателей: болезней системы кровообращения в 3-й и 4-й возрастных группах, болезней органов дыхания в 4-й и внешних причин в 3-й группе (табл. 3).

Таблица 3  
Относительный риск смертности в период температурных волн в г. Красноярске, 2010–2014 годы

| Причина смерти                 | Возрастная группа, лет | Волны жары |           |                       | Волны холода |           |                       |
|--------------------------------|------------------------|------------|-----------|-----------------------|--------------|-----------|-----------------------|
|                                |                        | RR         | 95 % ДИ   | % от общей смертности | RR           | 95 % ДИ   | % от общей смертности |
| Болезни системы кровообращения | 0–17                   | 0          | 0–0       | 0,00                  | 0            | 0–0       | 0,00                  |
|                                | 18–29                  | 0,04*      | 0–0,2     | 1,29                  | 0,01*        | 0–0,12    | 0,53                  |
|                                | 30–64                  | 4,96*      | 4,35–5,58 | 2,20                  | 5,33*        | 4,72–5,93 | 2,37                  |
|                                | 65+                    | 3,58*      | 2,49–4,67 | 0,54                  | 4,33*        | 3,08–5,59 | 0,65                  |
| Болезни органов дыхания        | 0–17                   | 0,02*      | 0,02–0,15 | 1,18                  | 0,02*        | 0–0,15    | 0,72                  |
|                                | 18–29                  | 0,02*      | 0–0,09    | 0,76                  | 0,03*        | 0,01–0,13 | 1,63                  |
|                                | 30–64                  | 1,31       | 1,04–1,59 | 3,23                  | 1,48         | 1,23–1,73 | 3,62                  |
|                                | 65+                    | 2,87*      | 2,44–3,30 | 3,18                  | 3,19*        | 2,79–3,60 | 3,41                  |
| Внешние причины                | 0–17                   | 0,24*      | 0,27–0,59 | 3,42                  | 0,14*        | 0,08–0,38 | 2,10                  |
|                                | 18–29                  | 1,45       | 1,16–1,74 | 3,98                  | 0,98         | 0,86–1,29 | 2,70                  |
|                                | 30–64                  | 4,4*       | 3,84–4,96 | 2,74                  | 4,82*        | 4,29–5,34 | 3,00                  |
|                                | 65+                    | 1,72       | 1,57–2,17 | 3,95                  | 1,36         | 1,09–1,62 | 3,05                  |

Таблица 4  
Риск повышения смертности от температурных волн

| Причина                        | Возраст | Риск от волн жары    | Риск от волн холода  |
|--------------------------------|---------|----------------------|----------------------|
| Болезни системы кровообращения | 0–17    | —                    | —                    |
|                                | 18–29   | —                    | —                    |
|                                | 30–64   | $1,51 \cdot 10^{-3}$ | $1,69 \cdot 10^{-3}$ |
|                                | 65+     | $4,4 \cdot 10^{-3}$  | $4,81 \cdot 10^{-3}$ |
| Болезни органов дыхания        | 0–17    | —                    | —                    |
|                                | 18–29   | —                    | —                    |
|                                | 30–64   | $3,1 \cdot 10^{-4}$  | —                    |
|                                | 65+     | —                    | —                    |
| Внешние причины                | 0–17    | —                    | —                    |
|                                | 18–29   | $4,12 \cdot 10^{-4}$ | —                    |
|                                | 30–64   | $1,63 \cdot 10^{-3}$ | $1,45 \cdot 10^{-3}$ |
|                                | 65+     | —                    | —                    |

Вероятность возникновения температурных волн лежала в диапазоне от  $7,1 \cdot 10^{-2}$  до  $2,3 \cdot 10^{-1}$ , а вероятность смерти в период этих волн составляла от

$2,6 \cdot 10^{-3}$  до  $3,8 \cdot 10^{-2}$ . На основе данных показателей определен риск повышения смертности от температурных волн (табл. 4).

Таким образом, выявлено, что наиболее зависимы от влияния волн жары болезни системы кровообращения в 4-й возрастной группе, где величина риска от волн жары составила  $4,41 \cdot 10^{-3}$ , а от волн холода  $4,81 \cdot 10^{-3}$ .

Оценка временной отсрочки влияния волн на показатели смертности показала, что под влиянием волн жары смертность повышалась за более короткий период времени (максимальное значение временного лага составило 17 дней), чем под влиянием волн холода (максимальное значение — 19 дней).

### Обсуждение результатов

В работе проанализировано влияние температурных волн на смертность населения г. Красноярска за 10 лет (с 1 января 2000 года по 31 декабря 2004-го и с 1 января 2010 года по 31 декабря 2014-го). Все показатели смертности были сгруппированы по трем причинам смерти и четырем возрастным группам. В ходе исследования выявлен недостаток подобного разделения групп, так как 3-я и 4-я группы включают большую часть населения. В дальнейшем предполагается увеличить количество групп и уменьшить величину диапазона в годах.

В процессе определения и идентификации температурных волн за 10 лет выявлены 59 волн жары и 60 волн холода. В 2010 и 2013 годах наблюдалось максимальное их число — по 13 волн. Наибольшее количество температурных волн приходилось на осенний период (всего 34 волны), причем в разные годы в этот сезон могли возникать как волны жары, так и волны холода. Продолжительность волн жары в рассматриваемом периоде увеличилась, так, в 2004 году максимальная их длина составляла 12 дней, а в 2014-м уже 16. Для волн холода получены аналогичные результаты: 11 дней в 2004 году и 15 — в 2014-м.

Сравнение временных лагов для разных причин смертности показало, что наиболее отсроченным характером воздействия на здоровье жителей города, имеющих заболевания системы кровообращения, обладают волны холода. Влияние жары на эту группу заболеваний носит, напротив, более быстрый характер по сравнению со всеми другими причинами.

Поскольку для анализируемых в работе факторов риска отсутствуют пороговые значения, результаты расчетов сравнивались с показателями рисков чрезвычайных ситуаций. Комплексный риск чрезвычайных ситуаций (включающий природные и техногенные риски) для территории Красноярского края составляет  $7,7 \cdot 10^{-6}$  [4], что примерно на три порядка ниже риска смертности от болезней системы кровообращения в старшей возрастной группе. Риск воздействия температурных волн также значительно выше уровня приемлемого риска для здоровья населения при воздействии химических

веществ, обладающих канцерогенным действием, который составляет  $1 \cdot 10^{-6}$ .

Согласно проведенному анализу, наибольшей зависимостью от температурных волн характеризуются следующие группы причин смертности:

От волн жары:

1. Болезни системы кровообращения в 4-й возрастной группе.

2. Болезни системы кровообращения и внешние причины в 3-й группе.

3. Внешние причины во 2-й группе.

4. Болезни органов дыхания в 3-й группе.

От волн холода:

1. Болезни системы кровообращения в 4-й возрастной группе.

2. Болезни системы кровообращения в 3-й группе.

3. Внешние причины в 3-й группе.

Зависимость показателей смертности от наличия волн жары или волн холода в остальных возрастных группах статистически незначима.

По результатам исследования влияния волн жары и холода на здоровье жителей г. Красноярск получены следующие выводы:

1. Анализ температурных трендов для Красноярск по данным государственной наблюдательной сети не выявил увеличения средних температур за период с 2000 по 2012 год. При этом увеличилась дисперсия среднегодовых показателей, что как раз и характеризует наличие аномальных погодных условий.

2. В период с 2000 по 2004 год показатели относительного риска от влияния волн жары выше, чем от влияния волн холода, а в период с 2010 по 2014 год влияние волн холода преобладает. Показатели относительного риска смертности от болезней органов кровообращения выше, чем от других причин смертности.

3. Изучение временных лагов, полученных в ходе оценки статистической связи между температурой воздуха и смертностью, показывает, что уровни смертности под влиянием волн жары возрастают быстрее, чем от волн холода.

4. Наибольшее негативное влияние температурных волн установлено на смертность от болезней системы кровообращения в старшей возрастной группе. С величиной риска от волн жары на уровне  $4,41 \cdot 10^{-3}$  и от волн холода  $4,81 \cdot 10^{-3}$ .

#### Список литературы

1. Академик: Холода и тепла волны. URL: [http://dic.academic.ru/dic.nsf/brokgauz\\_efron/110731/Холода](http://dic.academic.ru/dic.nsf/brokgauz_efron/110731/Холода) (дата обращения 06.06.2016).
2. Архив погоды. URL: <http://rp5.ru/> (дата обращения 09.11.2015).
3. Варакина Ж. Л., Юрасова Е. Д., Ревич Б. А., Шапошников Д. А., Вязьмин А. М. Влияние температуры воздуха на смертность населения Архангельска в 1999–2008 годах // Экология человека. 2011. № 6. С. 115–127.
4. О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2012 году: государственный

доклад. М.: МЧС России; ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2013. 341 с.

5. Гржибовский А. М. Анализ номинальных данных (независимые наблюдения) // Экология человека. 2008. № 6. С. 58–68.

6. Гудков А. Б., Попова О. Н., Ефимова Н. В. Сезонные изменения биэлектрической активности миокарда у уроженцев Европейского Севера 18–22 лет // Экология человека. 2012. № 9. С. 32–37.

7. Марцинковский Д. А. Обзор основных аспектов риск-менеджмента // Компетентность. 2009. № 1. С. 36–43.

8. Медицинская статистика. URL: [http://medstatistic.ru/theory/odds\\_ratio.html](http://medstatistic.ru/theory/odds_ratio.html) (дата обращения 26.02.2016).

9. Мироновская А. В., Унгурану Т. Н., Гудков А. Б. Роль природно-климатических и экологических факторов в возникновении неотложных состояний со стороны органов кровообращения: анализ временных рядов // Экология человека. 2010. № 9. С. 13–17.

10. Мироновская А. В., Бузинов Р. В., Гудков А. Б. Прогнозная оценка неотложной сердечно-сосудистой патологии у населения северной урбанизированной территории // Здравоохранение Российской Федерации. 2011. № 5. С. 66–67.

11. Палтышев И. П. Аналитические эпидемиологические исследования. Москва. 51 с.

12. Ревич Б. А., Шапошников Д. А., Кершенгольц Б. М., Чернявский В. Ф., Никифоров О. И., Софронова О. Н., Репин В. Ф., Рубинштейн Г. К., Ткачук С. В., Харькова Т. Л., Кваша К. А., Тихонова Г. И., Горчакова Т. Ю. Климатические изменения как фактор риска здоровью населения Российской Арктики // Проблемы здравоохранения и социального развития Арктической зоны России. М.: Paulsen, 2011. С. 9–68.

13. Шокин Ю. И., Москвичёв В. В., Ничепорчук В. В. Методика оценки антропогенных рисков территорий и построения картограмм рисков с использованием геоинформационных систем // Вычислительные технологии. 2010. Т. 15, № 1. С. 120–131.

14. Fouillet A., Rey G., Laurent F., Pavillon G., Belle S., Guihenneue-Jouyau C. J., Jouglu E., Hemon D. Excess mortality related to the August 2003 heat wave in France // Int Arch Occup Environ Health. 2006. Vol. 80, N 1. P. 16–24.

15. Gabriel K. M. A., Endlicher W. R. Urban and rural mortality rates during heat waves in Berlin and Brandenburg // Environmental Pollution. 2011. Vol. 159 (8–9). P. 2044–2050.

16. Gosling S. N., Lowe J. A., McGregor G. R., Pelling M., Malamud B. D. Associations between elevated atmospheric temperature and human mortality: A critical review of the literature // Climatic Change. 2009. Vol. 92 (3–4). P. 299–341.

17. Guirguis K., Gershunov A., Tardy A., Basu R. The Impact of Recent Heat Waves on Human Health in California // Journal Of Applied Meteorology And Climatology. 2014. Vol. 53. P. 3–19.

18. Lubczynska M. J., Christophin C. A., Lelieveld J. Heat-related cardiovascular mortality risk in Cyprus: a case-crossover study using a distributed lag non-linear model // Environmental Health. 2015. Vol. 14. 9 p.

19. McMichael A. J., Woodruff R. E., Hales S. Climate change and human health: Present and future risks // The Lancet. 2006. Vol. 367 (9513). P. 859–69.

20. Milah B. F., Creutzig F. Reducing urban heat wave risk in the 21st century // Current Opinion in Environmental Sustainability. 2015. Vol. 14. P. 221–231.

21. Semenza J. C., McCullough J. E., Flanders D., McGehee M. A., Lumpkin J. R. Excess hospital admissions during the July 1995 heat wave in Chicago // *American Journal of Preventive Medicine*. 1999. Vol. 16. P. 269–277.
22. Sheridan S. C., Kalkstein A. J., Kalkstein L. S. Trends in heat-related mortality in the United States, 1975-2004 // *Natural Hazards*. 2009. Vol. 50 (1). P. 145–60.

### References

1. Academic: Heat and cold wave. Available at: [http://dic.academic.ru/dic.nsf/brokgauz\\_efron/110731/Холода](http://dic.academic.ru/dic.nsf/brokgauz_efron/110731/Холода) (accessed 06.06.2016).
2. Reliable prognosis. Available at: [http://rp5.ru/Погода\\_в\\_мире](http://rp5.ru/Погода_в_мире) (accessed 09.11.2015).
3. Varakina Zh. L., Yurasova E. D., Revich B. A., Shaposhnikov D. A., Vyaz'min A. M. The impact of air temperature on mortality in Arhangelsk city in the years 1999-2008. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2011, 6, pp. 28-36. [in Russian]
4. O sostoyanii zashchity naseleniya i territorii Rossiiskoi Federatsii ot chrezvychaynykh situatsii prirodnogo i tekhnogennogo kharaktera v 2012 godu [The population and territory protection's of the Russian Federation from emergency situations of natural and technogenic disasters during 2012. A governmental report]. Moscow, 2013, 341 p.
5. Grijbovski A. M. Analysis of nominal data (independent observations). *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2008, 6, pp. 58-68. [in Russian]
6. Gudkov A. B., Popova O. N., Efimova N. V. Seasonal changes of myocardium electrobiological activity in natives aged 18-22 in European North. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2012, 9, pp. 32-37. [in Russian]
7. Martsinkovskii D. A. Overview of the main aspects of risk management. *Kompetentnost'* [Competence]. 2009, 1, pp. 36-43. [in Russian]
8. Medical statistics. Available at: [http://medstatistic.ru/theory/relative\\_risk.html](http://medstatistic.ru/theory/relative_risk.html) (accessed 26.02.2016).
9. Mironovskaya A. V., Unguryanu T. N., Gudkov A. B. Role of natural-climatic and ecological factors in appearance of emergency states of cardiovascular system: time series analysis. *Ekologiya cheloveka*. [Human Ecology]. 2010, 9, pp. 13-17. [in Russian]
10. Mironovskaya A. V., Buzinov R. V., Gudkov A. B. Prognostic evaluation of urgent cardiovascular disease in the population of a northern urbanized area. *Zdravookhranenie Rossiiskoi Federatsii* [Public Health of the Russian Federation]. 2011, 5, pp. 66-67. [in Russian]
11. Paltyshev I. P. *Analiticheskie epidemiologicheskie issledovaniya* [Analytical epidemiological researches]. Moscow, 51 p.
12. Revich B. A., Shaposhnikov D. A., Kershengol'ts B. M., Chernyavskii V. F., Nikiforov O. I., Sofronova O. N., Repin V. F., Rubinshtein G. K., Tkachuk S. V., Khar'kova T. L., Kvasha K. A., Tikhonova G. I., Gorchakova T. Yu. Climate change as a health risk factor in the population of the Russian Arctic. *Problemy zdavookhraneniya i sotsial'nogo razvitiya Arkticheskoi zony Rossii* [Health problems and social development of the Russian Arctic]. Moscow, Paulsen, 2011, pp. 9-68.
13. Shokin Yu. I., Moskvichev V. V., Nicheporchuk V. V. Technique for estimation of anthropogenous risks for territories and construction of risks cartograms using geoinformation systems. *Vychislitel'nye tekhnologii* [Computational Technologies]. 2010, 15 (1), pp. 120-131. [in Russian]
14. Fouillet A., Rey G., Laurent F., Pavillon G., Bellee S., Guihenneue-Jouyaux C. J., Jouglu E., Hemon D. Excess mortality related to the August 2003 heat wave in France. *Int Arch Occup Environ Health*. 2006, 80 (1), pp. 16–24.
15. Gabriel K. MA., Endlicher W. R. Urban and rural mortality rates during heat waves in Berlin and Brandenburg. *Environmental pollution*. 2011, 159 (8-9), pp. 2044-2050.
16. Gosling S. N., Lowe J. A., McGregor G. R., Pelling M., Malamud B. D. Associations between elevated atmospheric temperature and human mortality: A critical review of the literature. *Climatic Change*. 2009, 92 (3-4), pp. 299-341.
17. Guirguis K., Gershunov A., Tardy A., Basu R. The Impact of Recent Heat Waves on Human Health in California. *Journal Of Applied Meteorology And Climatology*. 2014, 53, pp. 3-19.
18. Lubczynska M. J., Christophin C. A., Lelieveld J. Heat-related cardiovascular mortality risk in Cyprus: a case-crossover study using a distributed lag non-linear model. *Environmental Health*. 2015, 14, 9 p.
19. McMichael A. J., Woodruff R. E., Hales S. Climate change and human health: Present and future risks. *The Lancet*. 2006, 367 (9513), pp. 859-69.
20. Milah B. F., Creutzig F. Reducing urban heat wave risk in the 21st century. *Current Opinion in Environmental Sustainability*. 2015, 14, pp. 221-231.
21. Semenza, J. C., McCullough J. E., Flanders D., McGehee M. A., Lumpkin J. R. Excess hospital admissions during the July 1995 heat wave in Chicago. *American Journal of Preventive Medicine*. 1999, 16, pp. 269-277.
22. Sheridan S. C., Kalkstein A. J., Kalkstein L. S. Trends in heat-related mortality in the United States, 1975-2004. *Natural Hazards*. 2009, 50 (1), pp. 145-60.

### Контактная информация:

Черных Дарья Александровна — инженер Института вычислительных технологий Сибирского отделения Российской академии наук Красноярского филиала — Специальное конструкторско-технологическое бюро «Наука»; Институт экологии и географии Сибирского федерального университета.

Адрес: 660049, г. Красноярск, пр. Мира, д. 53.  
E-mail: dachernykh93@gmail.com