

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2022

Читать  
онлайн  
Read  
online

Рахманов Р.С.<sup>1</sup>, Богомолова Е.С.<sup>1</sup>, Нарутдинов Д.А.<sup>2</sup>, Разгулин С.А.<sup>1</sup>,  
Потехина Н.Н.<sup>1</sup>, Непряхин Д.В.<sup>1</sup>

## Оценка биоклиматических индексов на территориях субарктического и континентального климатических поясов Красноярского края

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 603000, Нижний Новгород, Россия;

<sup>2</sup>Медико-санитарная часть Войсковой части 73633, Красноярск, Россия

**Введение.** Информативность используемых биоклиматических индексов комфортности/дискомфортности различна.

**Цель исследования** — оценка значимости биоклиматических индексов при характеристике риска для здоровья населения на территориях климатических поясов Красноярского края.

**Материалы и методы.** В условиях субарктического и континентального климата оценили риск охлаждения организма и обморожения открытых участков тела. По данным за период 2010–2019 гг. (температура, скорость ветра и относительная влажность) рассчитывали интегральный показатель условий охлаждения, ветро-холодовой индекс, эффективную температуру и эквивалентно-эффективную температуру.

**Результаты.** По интегральному показателю условий охлаждения организма в субарктическом климате риск для здоровья присутствует в течение 8 мес в году, в континентальном климате — 6–7 мес, по ветро-холодовому индексу — 6–7 и 4 мес соответственно. По эффективной температуре риск в субарктическом климате отсутствовал на протяжении 10, в континентальном — 12 мес, а эквивалентно-эффективная температура определила риск обморожения в течение 5 и 2 мес соответственно. Интегральный показатель условий охлаждения организма показывает риск для здоровья человека по допустимой степени охлаждения и скорости нормализации теплового состояния. Эквивалентно-эффективная температура — показатель риска охлаждения при недостаточной тепловой защите организма; по этому критерию период риска составил соответственно до 11 и 10 мес в каждом из климатических поясов.

**Ограничения исследования.** Оценка воздействия погодных факторов показывает необходимость использования биоклиматических индексов, наиболее полно отображающих негативное влияние холодной среды. Адекватность условий обитания определяется не только риском обморожения, но и дискомфортом среды, требующей использования средств индивидуальной защиты от воздействия холода. Двухпараметрические индексы не учитывают роль влажности воздуха.

**Заключение.** Определение холодовых индексов зависит от климатического пояса. Интегральный показатель условий охлаждения организма более информативен по отношению к ветро-холодовому и предпочтителен в практическом использовании. Эквивалентно-эффективная температура определяет риск обморожения и охлаждения организма. Его использование в климатических поясах с преобладанием пониженных температур имеет социально-гигиеническую значимость.

**Ключевые слова:** биоклиматические индексы; риск для здоровья; эффективность; климатические пояса

**Соблюдение этических стандартов:** исследование не требует представления заключения комитета по биомедицинской этике или иных документов.

**Для цитирования:** Рахманов Р.С., Богомолова Е.С., Нарутдинов Д.А., Разгулин С.А., Потехина Н.Н., Непряхин Д.В. Оценка биоклиматических индексов на территориях субарктического и континентального климатических поясов Красноярского края. *Гигиена и санитария*. 2022; 101(3): 288–293. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-3-288-293>

**Для корреспонденции:** Рофаил Сальхович Рахманов, доктор мед. наук, профессор, профессор кафедры гигиены ФГБОУ «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, 603005, Нижний Новгород. E-mail: raf53@mail.ru

**Участие авторов:** Рахманов Р.С. — концепция и дизайн исследования, написание текста, редактирование; Богомолова Е.С. — сбор данных литературы, редактирование; Нарутдинов Д.А. — сбор и систематизация материала; Разгулин С.А. — участие в интерпретации результатов, подготовке текста статьи; Потехина Н.Н. — участие в подготовке текста статьи; Непряхин Д.В. — статистическая обработка. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

**Финансирование.** Работа выполнена по плану научных работ ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России и плану диссертационного исследования Нарутдинова Д.А.

Поступила: 13.09.2021 / Принята к печати: 25.11.2021 / Опубликована: 08.04.2022

Rofail S. Rakhmanov<sup>1</sup>, Elena S. Bogomolova<sup>1</sup>, Denis A. Narutdinov<sup>2</sup>, Sergey A. Razgulin<sup>1</sup>,  
Natalya N. Potekhina<sup>1</sup>, Dmitry V. Nepryakhin<sup>1</sup>

## Assessment of bioclimatic indices in the territories of the subarctic and continental climatic zones of the Krasnoyarsk Territory

<sup>1</sup>Volga Research Medical University of the Ministry of Health of Russia, Nizhny Novgorod, 603000, Russian Federation;

<sup>2</sup>Medical unit of military unit 73633, Krasnoyarsk, 660017, Russian Federation

**Introduction.** The information content of the used bioclimatic indices of comfort/discomfort is different.

**Goal** is an assessment of the significance of bioclimatic indices in characterizing the risk to public health in the territories of the climatic zones of the Krasnoyarsk Territory.

**Materials and methods.** In the subarctic and continental climates, the risk of body cooling and frostbite in exposed areas of the body was assessed. By temperature, wind speed and relative humidity for 2010–2019. The integral indicator of cooling conditions, wind-cold index, effective temperature and equivalent effective temperature were calculated.

**Results.** According to the integral indicator of the conditions for cooling the body in the subarctic climate, the risk to health for 8, in the continental climate – 6–7 months, according to the wind-cold index – 6–7 and 4 months. In terms of effective temperature, there was no risk in both climates for 10 and 12 months. The equivalent effective temperature determined the risk of frostbite within 5 and 2 months. The integral indicator of the cooling conditions of the body shows the risk to human health in terms of the permissible degree of cooling and the rate of normalization of the thermal state; equivalent effective temperature – about the risk of cooling with insufficient thermal protection of the body, which determines the period of health risk according to the criterion up to 11–10 months in every climate zone. **Limitations.** Assessment of the impact of weather factors shows the need to use bioclimatic indices that most fully reflect the negative impact of a cold environment; the definition of the adequacy of the habitat is determined not only by the risk of frostbite, but also by the discomfort of the environment, which requires the use of means of warming the body. Two-parameter indices do not take into account the role of air humidity. **Conclusion.** The definition of cold indices depends on the climatic zone. The integral indicator of body cooling conditions is more informative in relation to the wind-cold index, which is preferable in practical use. Equivalent effective temperature determines the risk of frostbite and cooling of the body. Its use in climatic zones with a predominance of low temperatures is of social and hygienic significance.

**Keywords:** bioclimatic indices; health risk; efficiency; climatic zones

**Compliance with ethical standards:** the study does not require the submission of the opinion of the biomedical ethics committee or other documents.

**For citation:** Rakhmanov R.S., Bogomolova E.S., Narutdinov D.A., Razgulin S.A., Potekhina N.N., Nepryakhin D.V. Assessment of bioclimatic indices in the territories of the subarctic and continental climatic zones of the Krasnoyarsk Territory. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2022; 101(3): 288–293. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-3-288-293> (In Russian)

**For correspondence:** Rofail S. Rakhmanov, MD, PhD, DSci., professor, Department of Hygiene, Volga Research Medical University of the Ministry of Health of Russia, Nizhny Novgorod, 603000, Russian Federation. E-mail: raf53@mail.ru

#### Information about the authors:

Rakhmanov R.S., <https://orcid.org/0000-0003-1531-5518>  
Razgulin S.A., <https://orcid.org/0000-0001-8356-2970>  
Narutdinov D.A., <https://orcid.org/0000-0002-5438-8755>

Bogomolova E.S., <https://orcid.org/0000-0002-1573-3667>  
Potekhina N.N., <https://orcid.org/0000-0001-6519-5513>  
Nepryakhin D.V., <https://orcid.org/0000-0003-3952-3960>

**Contribution:** Rakhmanov R.S. – the concept and design of the study, writing the text, editing; Bogomolova E.S. – literature data collection, editing; Narutdinov D.A. – collection and systematization of material; Razgulin S.A. – participation in the interpretation of the results, preparation of the text of the article; Potekhina N.N. – participation in the preparation of the text of the article; Nepryakhin D.V. – statistical processing. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Acknowledgement.** The study had no sponsorship.

Received: September 13, 2021 / Accepted: November 25, 2021 / Published: April 08, 2022

## Введение

Физические (метеорологические) факторы внешней среды оказывают существенное влияние на условия обитания человека, его адаптированность, жизнедеятельность, самочувствие, здоровье, работоспособность [1–5]. Каждый из факторов имеет своё биологическое значение [6, 7].

Для оценки биоклиматической комфортности или негативного влияния погодно-климатических условий используются как показатели, характеризующие состояние одного фактора, например, определение индекса сезонности, влияния волн жары или холода [8, 9], так и различные комплексные индексы (две или более физических составляющих) [9–15]. Их информативная значимость различна. Например, в условиях влияния холода предпочтительно использование критериев оценки безопасности или риска обморожения при работе на открытой территории по комплексному влиянию температуры воздуха и скорости его движения (ветра) [11, 12, 16, 17], в условиях жары – по влиянию температуры, влажности и скорости ветра [18, 19].

Цель исследования – оценка значимости ряда биоклиматических индексов при характеристике риска для здоровья населения на территориях климатических поясов субъекта Российской Федерации.

## Материалы и методы

Проведена ретроспективная сравнительная оценка риска для здоровья в зависимости от влияния комплекса физических факторов внешней среды по биоклиматическим индексам на территориях Красноярского края с субарктическим и умеренно континентальным климатом. В качестве критериев оценивали наличие стресса в виде охлаждения организма и возможности обморожения открытых участков тела. Рассчитывали холодовые индексы, учитывающие влияние температуры окружающей среды и скорости ветра (интегральный показатель условий охлаждения организма (ИПУОО), ветро-холодовой индекс (ВХИ), а также индексы, учитывающие влияние температуры, скорости ветра и влажности воздуха (эффективная температура по Р. Сидману – ЭТ) и эквивалентно-эффективную температуру по А. Миссенарду (ЭЭТ).

ИПУОО (балл) определяет риск обморожения открытых участков тела, позволяет оценивать риск для здоровья в холодный период года и устанавливать время работы на открытой территории без ущерба для здоровья:  $\leq 34$  баллам (риск отсутствует),  $< 34$  баллов –  $\leq 47$  баллов (риск умеренный, безопасное пребывание не более 60 мин),  $< 47$  баллов –  $\leq 57$  баллов (риск критический, безопасное пребывание не более 1 мин),  $> 57$  баллов (риск катастрофический, безопасное пребывание не более 0,5 мин)<sup>1</sup>. ВХИ (°С) определяет время переохлаждения (без обморожения) обнажённых частей тела человека: от минус 10 °С до минус 24 °С включительно – дискомфорт, прохлада; от минус 25 °С до минус 34 °С включительно – очень холодно, переохлаждение поверхности кожи; от минус 35 °С до минус 59 °С включительно – чрезвычайно холодно, обнажённые части тела человека могут переохладиться за 10 мин; от минус 60 °С и холоднее – экстремально холодно, обнажённые части тела человека могут переохладиться за 2 мин<sup>2</sup>.

ЭТ (°С) позволяет судить как о вероятности обморожения открытых участков кожи (ниже минус 50 °С – возможно менее чем через 5 мин; от минус 38 °С до минус 50 °С – возможно через 10–15 мин; от минус 28 °С до минус 38 °С – возможно через 20–30 мин), так и возможности теплового влияния (от плюс 27 °С до плюс 32 °С – утомление при активных нагрузках; от плюс 32 °С до плюс 40 °С – солнечный удар при активных нагрузках; от плюс 40 °С до плюс 55 °С – солнечный удар и перегрев, тепловой удар; плюс 55 °С и выше – быстрый тепловой и солнечный удар). Диапазон от минус 28 °С до плюс 27 °С определяется как безопасный для одетого человека [20]. ЭЭТ также позволяет оценивать зоны термического комфорта/дискомфорта: от минус 24 °С и ниже (угроза обморожения); от минус 18 °С до минус 24 °С включительно (очень холодно); от минус 12 °С до минус 18 °С включительно (хо-

<sup>1</sup> МР 2.2.7.2129-06. 2.2.7. Физиология труда и эргономика. Режимы труда и отдыха работающих в холодное время на открытой территории или в неотапливаемых помещениях. Методические рекомендации (утв. Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 19.09.2006 г.).

<sup>2</sup> ГОСТ Р ИСО 15743-2012. Практические аспекты менеджмента риска. Менеджмент и оценка риска для холодных сред.

Таблица 1 / Table 1

**Характеристика холодового стресса по интегральному показателю условий охлаждения организма в климатических поясах Красноярского края****Characteristics of cold stress according to the integral indicator of the conditions of body cooling in the climatic zones of the Krasnoyarsk Territory**

Вид риска Risk type	Климатический пояс / Climatic zone			
	субарктический / subarctic		континентальный / continental	
	длительность, мес duration, months	месяцы months	длительность, мес duration, months	месяцы months
Игнорируемый (отсутствие обморожения) Ignored (no frostbite)	4	Июнь – сентябрь June – September	6/5	Май – сентябрь (апрель <sup>N</sup> ) May – September (April <sup>N</sup> )
Умеренный Moderate	6/5	Октябрь, ноябрь, март – май (декабрь <sup>N</sup> ) October, November, March – May (December <sup>N</sup> )	6/7	Октябрь – март (апрель <sup>N</sup> ) October – March (April <sup>N</sup> )
Критический Critical	2/3	Январь, февраль (декабрь <sup>N</sup> ) January, February (December <sup>N</sup> )	–	–
Катастрофический Catastrophic	–	–	–	–

Пр и м е ч а н и е. Здесь и в табл. 2–4: <sup>N</sup> – переходные месяцы по категории возможного риска.

Note. Here and in Table 2–4: <sup>N</sup> – transitional months according to the category of possible risk.

лодно); от минус 6 °С до минус 12 °С включительно (умеренно холодно); от минус 6 °С до 0 °С включительно (очень прохладно); от 0 °С до плюс 6 °С (умеренно прохладно); от плюс 6 °С до плюс 12 °С (прохладно); от плюс 12 °С до плюс 18 °С включительно (комфорт, умеренно тепло); от плюс 18 °С до плюс 24 °С включительно (комфортно – тепло); от плюс 24 °С до плюс 30 °С включительно (тепловая нагрузка умеренная); выше плюс 30 °С – тепловая нагрузка сильная [13, 21].

Данные о среднемесячных температурах, скорости ветра и относительной влажности за 10 лет (2010–2019 гг.) получены из метеорологической службы Красноярского края – Среднесибирского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

Статистический анализ первичных данных провели с использованием программы Statistica 6.1: определяли средние величины и ошибки средней ( $M \pm m$ ).

**Результаты**

По ИПУОО риск холодовой травмы в субарктическом поясе определяли в течение 8 мес в году. Умеренный риск характеризовался значениями минус 36,8 ± 0,5 °С (46 ± 0,4 балла), критический – минус 47,6 ± 0,7 °С (48,7 ± 0,7 балла).

Показатель декабря свидетельствовал о большой вероятности критического риска обморожения – 46,5 ± 0,6 балла (табл. 1). В условиях континентального климата определён лишь умеренный риск обморожения, длительность – от 6 до 7 мес. Значения ИПУОО при отсутствии риска составляли от 27 ± 0,4 до 31,5 ± 0,3 балла, при умеренном риске они достигали значений от 34,8 ± 0,4 до 44,8 ± 1 балл. В апреле значение определялось на уровне верхней границы оценки «игнорируемый риск» (33,9 ± 0,3 балла), то есть был возможен и умеренный риск обморожения.

Оценка ВХИ показала наличие риска переохлаждения поверхности кожи в субарктическом климате в течение 4 мес (табл. 2). При этом в течение 3 мес в году значения индекса оценивались как «очень холодно, переохлаждение поверхности кожи» (от минус 26,8 ± 1,6 °С до минус 30,5 ± 1,5 °С). В январе ВХИ достигал значения минус 34,9 ± 2,5 °С, что свидетельствовало о возможности переохлаждения за 10 мин (верхний предел значения «очень холодно» – минус 34 °С). При дискомфортных условиях ВХИ был в границах от минус 11,5 ± 1,5 °С до минус 20,9 ± 2,7 °С; при отсутствии риска – от минус 21,4 ± 1,3 °С до минус 3,3 ± 1,6 °С. В октябре ВХИ составлял минус 9,2 ± 1,3 °С, что указывало на возможный климатический дискомфорт.

Таблица 2 / Table 2

**Характеристика климатического дискомфорта по ветро-холодовому индексу на различных территориях Красноярского края****Characteristics of climatic discomfort according to the wind-cold index in various territories of the Krasnoyarsk Territory**

Вид риска Risk type	Климатический пояс / Climatic zone			
	субарктический / subarctic		континентальный / continental	
	длительность, мес duration, months	месяцы months	длительность, мес duration, months	месяцы months
Отсутствие стресса No stress	6/5	Июнь – сентябрь (октябрь <sup>N</sup> ) June – September (October <sup>N</sup> )	8	Март – октябрь March – October
Дискомфорт, прохлада Discomfort, coolness	2/3	Март – апрель (октябрь <sup>N</sup> ) March – April (October <sup>N</sup> )	–	–
Очень холодно, переохлаждение поверхности кожи / Very cold, hypothermia of the skin surface	4/3	Ноябрь – декабрь, февраль (январь <sup>N</sup> ) November – December, February (January <sup>N</sup> )	4	Ноябрь – февраль November – February
Чрезвычайно холодно, обнажённые части тела человека могут переохладиться за 10 мин Extremely cold, exposed parts of the body can be hypothermic over 10 minutes	0/1	(Январь <sup>N</sup> ) (January <sup>N</sup> )	–	–

Таблица 3 / Table 3

**Характеристика влияния физических факторов внешней среды на территориях Красноярского края по эффективной температуре**  
**Characteristics of the influence of physical factors of the environment in the territories of the Krasnoyarsk Territory by effective temperature**

Вид риска Risk type	Климатический пояс / Climatic zone			
	субарктический / subarctic		континентальный / continental	
	длительность, мес duration, months	месяцы months	длительность, мес duration, months	месяцы months
Опасности нет / No danger	10/9	Март – Ноябрь / March – November	12	–
Обморожение возможно через 20–30 мин Frostbite is possible in 20–30 minutes	2/3	Январь, февраль (Март <sup>Н</sup> ) January, February (March <sup>Н</sup> )	–	–

Таблица 4 / Table 4

**Характеристика влияния физических факторов внешней Красноярского края среды по эквивалентно-эффективной температуре**  
**Characteristics of the influence of physical factors of the external environment of the Krasnoyarsk Territory according to the equivalent effective temperature**

Вид риска Risk type	Климатический пояс / Climatic zone			
	субарктический / subarctic		континентальный / continental	
	длительность, мес duration, months	месяцы months	длительность, мес duration, months	месяцы months
Комфорт (умеренно тепло) Comfort (moderately warm)	1	Июль / July	3/2	Июнь, июль (август <sup>Н</sup> ) June, July (August <sup>Н</sup> )
Прохладно / Cool	2/1	Июнь, август (Июнь <sup>Н</sup> ) June, August (June <sup>Н</sup> )	0/1	Август / August
Умеренно прохладно / Moderately cool	0/1	(Июнь <sup>Н</sup> ) / (June <sup>Н</sup> )	2	Май, сентябрь / May, September
Очень прохладно / Very cool	1	Сентябрь / September	2	Апрель, октябрь / April, October
Умеренно холодно / Moderately cold	1	Май / May	–	–
Холодно / Cold	0/1	Октябрь / October	2	Март, ноябрь / March, November
Очень холодно / Very cold	2/1	Апрель (октябрь <sup>Н</sup> ) / April (October <sup>Н</sup> )	1/2	Декабрь, февраль / December, February
Угроза обморожения / Frostbite threat	5	Ноябрь – март / November – March	2/1	Январь, февраль / January, February

В умеренно континентальном климате переохладение поверхности кожи возможно в течение октября, ноября и зимних месяцев, когда значения ВХИ были в диапазоне от минус  $11,4 \pm 1,4$  °С до минус  $19,5 \pm 1,5$  °С; в остальные месяцы года – от плюс  $20 \pm 0,4$  °С до минус  $6,1 \pm 1,2$  °С.

По ЭТ по возможности отнесения к категории риска выделили только два диапазона температур. Полученные данные указывают на возможность обморожения через 20–30 мин в два зимних месяца: ЭТ составляет от минус  $30,8 \pm 1,7$  °С и минус  $28,7 \pm 1,8$  °С; в третий месяц ЭТ имела пограничное значение для отнесения к этой же категории риска: минус  $26,6 \pm 1,7$  °С. В другие месяцы года значения ЭТ находились в пределах плюс  $18,3 \pm 1,5$  °С, то есть были в безопасных для человека границах (табл. 3).

Значения эквивалентно-эффективной температуры свидетельствуют о том, что в субарктическом поясе в летний сезон года создавались условия умеренного тепла и прохлады, ЭЭТ составляли соответственно плюс  $13,1 \pm 1$  °С и от плюс  $6,3 \pm 1,3$  °С до минус  $7,2 \pm 1$  °С, но в июне значение ЭЭТ свидетельствовало о возможности создания условий, оцениваемых и как «прохладно», и как «умеренно прохладно» (табл. 4). Шесть-семь месяцев в году условия оценивались как «очень холодно» (ЭЭТ составляла от минус  $18 \pm 1$  °С до минус  $20,3 \pm 1,1$  °С) и «угроза обморожения» (ЭТ в пределах от минус  $31,3 \pm 1,9$  °С до минус  $43,9 \pm 1,5$  °С).

## Обсуждение

Физические факторы внешней среды при нахождении человека на открытой территории оказывают влияние на его теплоощущение, создавая комфортные или дискомфортные условия. Последние представляют риск для здоровья: повышается напряжение нервной системы, снижается производительность труда, повышаются заболеваемость и травматизм, связанные с переохладением [21, 22]. Формирующиеся волны жары или холода обуславливают повышение уровня преждевременной смертности населения [18, 19, 23–26]. Это определяет необходимость оценки влияния данных факторов по биоклиматическим индексам как в практических, научных, так и в прогностических целях.

Холодовые индексы рекомендованы для практического применения – оценки риска для здоровья человека при работах в охлаждающей среде (в закрытых помещениях или на открытом воздухе). Так, ИПУОО рекомендован для использования специалистами Роспотребнадзора, лицами, осуществляющими специальную оценку условий труда, работодателями. ВХИ рекомендован для менеджмента риска при работах в холодных средах и для использования в системе охраны труда предприятий.

ИПУОО определяет степень безопасности работ в охлаждающей среде с учётом времени холодного воздействия, ВХИ – время охлаждения (без обморожения) обнажённых частей тела

человека. Но они применимы только для оценки риска холодового влияния. Для оценки температурной комфортности/дискомфортности среды обитания более применимы такие биоклиматические индексы, как ЭТ и ЭЭТ [11, 13, 21].

Определённые нами холодовые индексы показали существенные различия в оценке дискомфорта среды обитания. ИПУОО в субарктическом климате свидетельствовал о наличии риска для здоровья в течение 8 мес, в континентальном климате — в течение 6–7 мес, а ВХИ — соответственно в течение 6–7 и 4 мес. Индексы были определены и по критерию отсутствия стресса, видам стресса в условиях изученных климатических зон. Кроме того, ИПУОО позволяет определить время безопасного периода работы, а ВХИ определяет это время только при условиях, оцениваемых как «чрезвычайно холодно», и более низких температурах.

Определение ЭТ показало отсутствие риска для здоровья человека в субарктическом и континентальном климате в течение 10 и 12 мес соответственно.

ЭЭТ дала расширенную характеристику условий обитания человека в двух климатических поясах. Оказалось, что ИПУОО определяет период риска для здоровья по критерию возможного обморожения в субарктическом поясе в течение 8 (X–V) месяцев в году, а ЭЭТ — в течение 5 (XI–III) месяцев, в умеренно континентальном соответственно в течение 6–7 и 2 мес. Но ИПУОО показывает риск для здоровья при выполнении работ на открытой территории по критериям допустимой степени охлаждения человека — одетого, в комплекте средств индивидуальной защиты от холода — и скорости нормализации его теплового состояния в обогреваемом помещении. ЭЭТ этого не учитывает, а оценивает теплоощущения по степени комфортности или дискомфорта. Очевидно, что недостаточные теплорегулирующие свойства используемой в конкретных условиях одежды будут приво-

дить к холодовому дискомфорту, от длительности пребывания в котором могут развиваться неблагоприятные сдвиги в состоянии организма, связанные с охлаждением. Следовательно, можно полагать, что период возможного риска для здоровья по критерию ЭЭТ может достигать соответственно 11 и 10 мес в году для каждого климатического пояса и зависеть от категории выполняемых работ, двигательной активности и терморегулирующих свойств одежды.

## Заключение

Как показало наше исследование, определение холодовых индексов зависит не только от периода года, но и от климатического пояса, в котором находится тот или иной регион. ИПУОО оказался более информативным по отношению к ВХИ как по степени оценки риска для здоровья, так и по оценке длительности этого периода, что, вероятно, предпочтительно в практическом использовании. Вместе с тем оба этих показателя не учитывают влажности воздуха, которая при отрицательных температурах усугубляет действие сильного ветра [27–30].

Определение термической комфортности/дискомфортности по эквивалентно-эффективной температуре позволило определить не только период риска обморожения, но и возможного охлаждения организма. Использование ЭЭТ имеет социально-гигиеническую значимость в климатических поясах с преобладанием пониженных температур: в менее комфортных условиях затрудняется освоение территорий, увеличивается период адаптации пришлого населения, растут экономические затраты, связанные с обеспечением теплового комфорта работников с помощью соответствующей одежды, поддержания микроклимата помещений и других мер.

## Литература

(п.п. 4, 5, 16, 17, 25, 28–30 см. References)

- Аленикова А.Э., Типисова Е.В. Анализ изменений гормонального профиля мужчин г. Архангельска в зависимости от факторов погоды. *Вестник Северного (Арктического) Федерального университета. Серия: Медико-биологические науки*. 2014; (3): 5–15.
- Григорьева Е.А. Климатическая дискомфортность Дальнего Востока России и заболеваемость населения. *Региональные проблемы*. 2018; 21(2): 105–12. <https://doi.org/10.31433/1605-220X-2018-21-2-105-112>
- Григорьева Е.А., Христофорова Н.К. Биоклимат Дальнего Востока России и здоровье населения. *Экология человека*. 2019; (5): 4–10. <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2019-5-4-10>
- Говорушко С.М. Влияние погодно-климатических условий на биосферный процесс. *Геофизические процессы и биосфера*. 2012; 11(1): 5–24.
- Диханова З.А., Мухаметжанова З.Т., Исакова А.К., Алтаева Б.Ж., Мукашева Б.Г. Влияние климата на организм человека. *Гигиена труда и медицинская экология*. 2017; (1): 12–6.
- Кнауб Р.В., Игнатьева А.В. Оценка энергетических последствий заболеваемости и смертности людей от климатических изменений на территории Томской области России. *Современные исследования социальных проблем*. 2015; (4): 466–87.
- Синицын И.С., Георгица И.М., Иванова Т.Г. Биоклиматическая характеристика территории в медико-географических целях. *Ярославский педагогический вестник*. 2013; 3(4): 279–83.
- Шипко Ю.В. Специализированный климатический показатель оценки безопасности работ на открытом воздухе в жестких холодных условиях. *Гелиогеофизические исследования*. 2014; (9): 161–5.
- Шипко Ю.В., Шувакин Е.В., Иванов А.В. Обобщенный биоклиматический показатель безопасности работ на открытом воздухе в суровых погодных условиях. *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*. 2015; (3): 33–9.
- Шипко Ю.В., Шувакин Е.В., Шуваяв М.А. Регрессионные модели оценки безопасности работ персонала на открытой территории в жестких погодных условиях. *Воздушно-космические силы. Теория и практика*. 2017; (1): 131–40.
- Ткачук С.В. Обзор индексов степени комфортности погодных условий и их связь с показателями смертности. *Труды гидрометеорологического научно-исследовательского центра РФ*. 2012; (347): 223–45.
- Чернова Е.В. Анализ биоклиматических условий города Ишима по ветро-холодовому индексу Сайпла–Пассела. В кн.: *Материалы международной научно-практической конференции «Козыбаевские чтения — 2015: Перспективы развития науки и образования»*. Петропавловск; 2016: 218–21.
- Кузякина М.В., Гура Д.А. Оценка комфортности биоклиматических условий Краснодарского края с применением ГИС-технологий. *Юг России: экология, развитие*. 2020; 15(3): 66–76. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2020-3-66-76>
- Ревич Б.А., Шапошников Д.А. Особенности воздействия волн холода и жары на смертность в городах с резко-континентальным климатом. *Сибирское медицинское обозрение*. 2017; (2): 84–90. <https://doi.org/10.20333/2500136-2017-2-84-90>
- Ревич Б.А., Шапошников Д.А., Анисимов О.А., Белолуцкая М.А. Влияние температурных волн на здоровье населения в городах Северо-Западного региона России. *Проблемы прогнозирования*. 2019; (3): 127–34.
- Карандеев Д.Ю. Эффективная температура как фактор, влияющий на электропотребление города. *Современная техника и технологии*. 2015; (2). Доступно: <https://technology.snauka.ru/2015/02/5728>
- Латышева И.В., Лощенко К.А., Потемкин В.Л., Потемкина Т.Г., Астафьева Н.В. Интегральные биоклиматологические показатели в исследованиях климата Иркутской области за период 1970–2010 гг. *Междисциплинарный научный и прикладной журнал «Биосфера»*. 2014; 6(3): 265–74.
- Уянаева А.И., Тупицына Ю.Ю., Рассулова М.А., Турова Е.А., Львова Н.В., Айрапетова Н.С. Влияние климата и погоды на механизмы формирования повышенной метеочувствительности. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2016; 93(5): 52–7. <https://doi.org/10.17116/kurort2016552-57>
- Черных Д.А., Тасейк О.В. Оценка риска от температурных волн, влияющих на повышение уровня смертности населения г. Красноярск. *Экология человека*. 2018; (2): 3–8.
- Ревич Б.А., Шапошников Д.А., Подольная М.А., Харькова Т.Л., Кваша Е.А. Волны жары в южных городах европейской части России как фактор риска преждевременной смертности населения. *Проблемы прогнозирования*. 2015; (2): 56–67.
- Дубровская С.В. *Метеочувствительность и здоровье*. М.: РИПОЛ классик; 2011.
- Чашин В.П., Гудков А.Б., Чашин М.В., Попова О.Н. Предикивная оценка индивидуальной восприимчивости организма человека к опасному воздействию холода. *Экология человека*. 2017; (5): 3–13. <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2017-5-3-13>

## References

- Alenikova A.E., Tipisova E.V. Analysis of the changes in male hormone profile depending on weather conditions in Arkhangelsk. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) Federal'nogo universiteta. Seriya: Mediko-biologicheskie nauki*. 2014; (3): 5–15. (in Russian)
- Grigoreva E.A. Climatic discomfort and morbidity at the Russian Far East. *Regional'nye problemy*. 2018; 21(2): 105–12. <https://doi.org/10.31433/1605-220X-2018-21-2-105-112> (in Russian)
- Grigor'eva E.A., Khristoforova N.K. Climate and human health at the Russian Far East. *Ekologiya cheloveka*. 2019; (5): 4–10. <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2019-5-4-10> (in Russian)
- Morris D.M., Pilcher J.J., Powell R.B. Task-dependent cold stress during expeditions in Antarctic environments. *Int. J. Circumpolar. Health*. 2017; 76(1): 1379306. <https://doi.org/10.1080/22423982.2017.1379306>
- Holmér I. Evaluation of cold workplaces: an overview of standards for assessment of cold stress. *Ind. Health*. 2009; 47(3): 228–34. <https://doi.org/10.2486/indhealth.47.228>
- Govorushko S.M. The influence of weather conditions on biosphere processes. *Geofizicheskie protsessy i biosfera*. 2012; 11(1): 5–24. (in Russian)
- Dikhanova Z.A., Mukhametzhanova Z.T., Iskakova A.K., Altaeva B.Zh., Mukasheva B.G. The influence of climate on the human body. *Gigiena truda i meditsinskaya ekologiya*. 2017; (1): 12–6. (in Russian)
- Knaub R.V., Ignat'eva A.V. Assessment of power consequences of incidence and mortality of people from climatic changes in the territory of the Tomsk region of Russia. *Sovremennyye issledovaniya sotsial'nykh problem*. 2015; (4): 466–87. (in Russian)
- Sinityn I.S., Georgitsa I.M., Ivanova T.G. The bioclimatic characteristic of the territory in medical-geographical purposes. *Yaroslavskiy pedagogicheskiy vestnik*. 2013; 3(4): 279–83. (in Russian)
- Shipko Yu.V. Specialized climatic index for estimation of safety of works outside in extremely cold weather conditions. *Geliogeofizicheskie issledovaniya*. 2014; (9): 161–5. (in Russian)
- Shipko Yu.V., Shuvakin E.V., Ivanov A.V. Generalized bioclimatic safety index for outdoor work in severe weather conditions. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geografiya. Geoekologiya*. 2015; (3): 33–9. (in Russian)
- Shipko Yu.V., Shuvakin E.V., Shuvaev M.A. Regression models of assessment of the staff safety operations outdoors in severe weather condition. *Vozdushno-kosmicheskie sily. Teoriya i praktika*. 2017; (1): 131–40. (in Russian)
- Tkachuk S.V. Review of weather comfort indices and their relationship with mortality rates. *Trudy gidrometeorologicheskogo nauchno-issledovatel'skogo tsentra RF*. 2012; (347): 223–45. (in Russian)
- Chernova E.V. Analysis of bioclimatic conditions of the city of Ishim by wind-cold index of Saypla-Passel. *Materials of the international scientific-practical conference «Kozybayev's readings – 2015: Prospects for the development of science and education» [Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Kozybaevskie chteniya – 2015: Perspektivy razvitiya nauki i obrazovaniya»]*. Petropavlovsk; 2016: 218–21. (in Russian)
- Kuzyakina M.V., Gura D.A. Assessment of bioclimatic comfort of the Krasnodar territory, Russia through the application of GIS-technologies. *Yug Rossii: ekologiya, razvitie*. 2020; 15(3): 66–76. <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2020-3-66-76> (in Russian)
- Wenz J. What is wind chill, and how does it affect the human body? Smithsonian magazine? Available at: <https://www.smithsonianmag.com/science-nature/what-wind-chill-and-how-does-it-affect-human-body-180971376>
- Ivankov A. Explainer: What is wind chill? What are its effects? Available at: <https://www.profolus.com/topics/explainer-what-is-wind-chill-what-are-its-effects>
- Revich B.A., Shaposhnikov D.A. Influence features of cold and heat waves to the population mortality – the city with sharply continental climate. *Sibirskoe meditsinskoe obozrenie*. 2017; (2): 84–90. <https://doi.org/10.20333/2500136-2017-2-84-90> (in Russian)
- Revich B.A., Shaposhnikov D.A., Anisimov O.A., Belolutskaia M.A. Impact of temperature waves on the health of residents in cities of the northwestern region of Russia. *Problemy prognozirovaniya*. 2019; (3): 127–34. (in Russian)
- Karandeev D.Yu. Effective temperature as a factor affecting the power consumption of the city. *Sovremennaya tekhnika i tekhnologii*. 2015; (2). Available at: <http://technology.snauka.ru/2015/02/> (in Russian)
- Latysheva I.V., Loshchenko K.A., Potemkin V.L., Potemkina T.G., Astafeva N.V. Integral bioclimatological indicators in the study of the climate of the Irkutsk region for the period 1970–2010. *Mezhdistsiplinarnyy nauchnyy i prikladnyy zhurnal «Biosfera»*. 2014; 6(3): 265–74. (in Russian)
- Yunayeva A.I., Tupitsyna Yu.Yu., Rassulova M.A., Turova E.A., Lvova N.V., Ayrapetova N.S. The influence of the climatic and weather conditions on the mechanisms underlying the formation of enhanced meteosensitivity (a literature review). *Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoy fizicheskoy kul'tury*. 2016; 93(5): 52–7. <https://doi.org/10.17116/kurort2016552-57> (in Russian)
- Chernykh D.A., Taseyk O.V. Assessment of the risk mortality from heat waves in Krasnoyarsk city. *Ekologiya cheloveka*. 2018; (2): 3–8. (in Russian)
- Revich B.A., Shaposhnikov D.A., Podol'naya M.A., Kharkova T.L., Kvasha E.A. Heat waves in southern cities of European Russia as a risk factor for premature mortality. *Problemy prognozirovaniya*. 2015; (2): 56–67. (in Russian)
- Yu W., Mengersen K., Wang X., Ye X., Guo Y., Pan X., et al. Daily average temperature and mortality among the elderly: a meta-analysis and systematic review of epidemiological evidence. *Int. J. Biometeorol.* 2012; 56(4): 569–81. <https://doi.org/10.1007/s00484-011-0497-3>
- Dubrovskaya S.V. *Meteosensitivity and Health [Meteochuvstvitel'nost' i zdorov'e]*. Moscow: RIPOL Classic; 2011. (in Russian)
- Chashchin V.P., Gudkov A.B., Chashchin M.V., Popova O.N. Predictive assessment of individual human susceptibility to damaging cold exposure. *Ekologiya cheloveka*. 2017; (5): 3–13. <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2017-5-3-13> (in Russian)
- Marchetti E., Capone P., Freda D. Climate change impact on microclimate of work environment related to occupational health and productivity. *Ann. Ist. Super Sanita*. 2016; 52(3): 338–42. [https://doi.org/10.4415/ann\\_16\\_03\\_05](https://doi.org/10.4415/ann_16_03_05)
- Cariappa M.P., Dutt M., Reddy K.P., Mukherji S. 'Health, Environment and Training': Guidance on conduct of physical exertion in hot and humid climates. *Med. J. Armed. Forces India*. 2018; 74(4): 346–51. <https://doi.org/10.1016/j.mjafi.2017.09.017>
- Kjellstrom T. Crowe Jennifer Climate change, workplace heat exposure, and occupational health and productivity in Central America. *Int. J. Occup. Environ. Health*. 2011; 17(3): 270–81. <https://doi.org/10.1179/107735211799041931>