

УДК 613.12: 551.58

**ГРАДАЦИЯ РЕГИОНОВ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ С РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ
КЛИМАТА ПО УНИВЕРСАЛЬНОМУ БИОКЛИМАТИЧЕСКОМУ ИНДЕКСУ
ТЕПЛООВОГО КОМФОРТА (UTCI)**

Нарутдинов Д.А.¹, Рахманов Р.С.², Богомолова Е.С.², Разгулин С.А.², Потехина Н.Н.²

¹Медицинская служба войсковой части 73633, Красноярск, Россия

²ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет»
Минздрава России, кафедра гигиены, Нижний Новгород, Россия

Для современной комплексной оценки влияния физических факторов в условиях открытой территории на человека используется индекс теплового комфорта (UTCI). Цель – на территориях с субарктическим и континентальным климатами Красноярского края по индексу UTCI провести градацию по биоклиматической комфортности, оценить риск холодового влияния на людей. В арктическом регионе определено влияние в виде слабого холодового стресса в июле и августе; в июне значения колебались в границах слабый-умеренный стресс. Умеренный стресс определен в сентябре, сильный стресс ощущался в мае и октябре. В апреле был возможен как сильный, так и очень сильный стресс. Очень сильный стресс определен в марте и ноябре; экстремальный стресс был в декабре и январе, а в феврале – как экстремальный, так и очень сильный холодовой стресс. В умеренном континентальном климате в 2 летних месяца в году условия оценивались как нейтральные. В августе также было возможным ощущение слабого холодового стресса. В мае и сентябре условия оценивались как слабый стресс. Три месяца в году (март, апрель и октябрь) определялся умеренный холодовой стресс и 4 месяца (ноябрь – февраль) – сильный холодовой стресс. При этом в ноябре интервал значения UTCI заходил в верхнюю зону границы умеренный холодовой стресс. По UTCI в двух климатических регионах края погодноклиматические условия не оказывали теплового стресса, но и не были комфортными. В умеренном климатическом регионе в течение 10 месяцев в году имеется риск здоровью и только в течение 2 месяцев температурные условия нейтральные. В субарктической зоне – круглогодичные дискомфортные условия. Степень риска определяет использование средств профилактики термального дискомфорта,

социальную характеристику территории (степень комфорта среды обитания, необходимость использования средств утепления организма (социально-экономическая характеристика территории).

Ключевые слова: Красноярский край, субарктическая и континентальная территории, индекс теплового комфорта, риск здоровью.

Для цитирования: Нарутдинов Д.А., Рахманов Р.С., Богомоллова Е.С., Разгулин С.А., Потехина Н.Н. Градация регионов Красноярского края с различными типами климата по универсальному биоклиматическому индексу теплового комфорта (UTCI). Медицина труда и экология человека. 2021;4:203-215

Для корреспонденции: Рахманов Рафаиль Салыхович, профессор кафедры гигиены ФГБОУ ВО «ПИМУ» МЗ РФ, доктор медицинских наук, профессор, e-mail: raf53@mail.ru.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: конфликт интересов отсутствует.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2021-10413>

GRADATION OF AREAS OF THE KRASNOYARSKY REGION WITH DIFFERENT TYPES OF CLIMATE ACCORDING TO THE UNIVERSAL BIOCLIMATIC THERMAL COMFORT INDEX (TCI)

Narutdinov D.A.¹, Rakhmanov R.S.², Bogomolova E.S.², Razgulin S.A.², Potekhina N.N.²

1 - Medical Service of the Military Unit 73633, Krasnoyarsk, Russia

2 - Department of Hygiene Volga Research Medical University, Department of Hygiene, Nizhny Novgorod, Russia

For a modern comprehensive assessment of the influence of physical factors in an open area on a person, the thermal comfort index (TCI) is used. The goal is to carry out a gradation according to the UTCI index in terms of bioclimatic comfort in the territories with subarctic and continental climates of the the Krasnoyarsk Region, to assess the risk of cold impact on people. In the Arctic region, the impact was determined in the form of mild cold stress in July and August; in June, the values fluctuated within the range of mild-moderate stress. Moderate stress was detected in September, severe stress was felt in May and October. In April, both strong and very strong stress was possible. Very severe stress is identified in March and November; extreme stress was observed in December and January, and in February -

both extreme and very severe cold stress. In a temperate continental climate, 2 summer months. in the year, conditions were assessed as neutral. In August, a feeling of mild cold stress was also possible. In May and September, conditions were assessed as mild stress. Three months. in the year (March, April and October), moderate cold stress was determined and 4 months. (November - February) - severe cold stress. At the same time, in November, the UTCI value interval entered the upper zone of the boundary with moderate cold stress. According to UTCI, in two climatic regions of the region, the weather and climatic conditions did not cause heat stress, but were not comfortable either. In a temperate climatic region for 10 months. there is a health risk per year and only for 2 months. temperature conditions are neutral. In the subarctic zone there are year-round uncomfortable conditions. The degree of risk is determined by the use of means of preventing thermal discomfort, the social characteristics of the territory (the degree of comfort of the living environment, the need to use means of warming the body (socio-economic characteristics of the territory).

Keywords: *Krasnoyarsk Territory, subarctic and continental territories, thermal comfort index, health risk.*

Citation: *Narutdinov D.A., Rakhmanov R.S., Bogomolova E.S., Razgulin S.A., Potekhina N.N. Gradation of areas of the krasnoyarsky region with different types of climate according to the universal bioclimatic thermal comfort index (TCI). Occupational health and human ecology. 2021;4:203-215*

Correspondence: *Rofail S. Rakhmanov, Professor at the Department of Hygiene of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "PIMU" of the Russian Health Ministry, Doct.Sc. (Medicine), Professor, e-mail: raf53@mail.ru*

Financing: *The study had no financial support.*

Conflict of interest: *the authors declare no conflict of interest.*

DOI: *<http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2021-10413>*

В настоящее время для оценки биоклиматической комфортности территории риска здоровью используется ряд индексов [1-4]. Для определения холодого риска наиболее предпочтительным является интегральный показатель условий охлаждения организма (ИПУОО) [5, 6]. Он используется для

определения режима труда при работах на открытой территории¹. ВХИ используется для установления опасностей для работающего человека под влиянием физических факторов в холодной среде или в помещениях с целью выявления проблем и установления методов менеджмента, направленных на устранение или снижение источников опасности для здоровья².

Вместе с тем расчет индексов основан на оценке только двух или трех параметрических составляющих: температуры окружающей среды, скорости движения (ветра), относительной влажности воздуха.

В последние годы все более широкое применение для оценки риска здоровью погодно-климатических условий используется универсальный индекс UTCI, характеризующий тепловой комфорт для человека [7-10]. Он позволяет комплексно оценить воздействие таких физических факторов, как скорость ветра, температура, влажность и радиационная температура [11-16].

Цель работы – на территориях с субарктическим и континентальным климатами Красноярского края по индексу UTCI провести градацию по биоклиматической комфортности, оценить риск холодового влияния на людей.

Материалы и методы. Индекс UTCI, выраженный в градусах Цельсия ($^{\circ}\text{C}$), рассчитывали по суточным усредненным за месяц показателям температуры воздуха и радиационной температуры, скорости ветра и относительной влажности. Значения параметров физических факторов за 10 лет (2010-2019 гг.) получили из архива ФГБУ «Среднесибирское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» по данным метеостанций, расположенных в районе г. Норильска (субарктика) и г. Красноярска (умеренный континентальный климат). Расчет значений UTCI производился при помощи компьютерной программы BioKlima 2.6 [17].

Положительные значения UTCI показывали на наличие умеренного теплового стресса ($>+26 - \leq +32^{\circ}\text{C}$), комфорта ($>+18 - \leq +26^{\circ}\text{C}$) или отсутствие стресса ($>+9 - \leq +18^{\circ}\text{C}$). По отрицательным значениям судили о степени холодового стресса: умеренный ($> -13 - \leq 0^{\circ}\text{C}$), сильный ($> -27 - \leq -13^{\circ}\text{C}$), очень сильный ($> -40 - \leq -27^{\circ}\text{C}$) и экстремальный ($> -40^{\circ}\text{C}$). Значения от $> 0 - \leq +9^{\circ}\text{C}$ были критериями слабого холодового стресса [7, 18].

Первичный материал обработан статистически при помощи компьютерной программы Statistica-6.1. Рассчитаны средние величины (M),

¹ Методические рекомендации МР 2.2.7.2129-06. Режимы труда и отдыха работающих в холодное время на открытой территории или в неотапливаемых помещениях.

² ИСО 15743-2012. Практические аспекты менеджмента риска. Менеджмент и оценка риска для холодных сред.

ошибки средних ($\pm m$), достоверность различий определена по t-критерию Стьюдента.

Результаты. По UTCI ни в одном из двух климатических регионов Красноярского края погодно-климатические условия не оказывали теплового стресса, но и не были комфортными (табл.). В умеренном климате минимальный показатель UTCI в зимний период года составлял $-21,3 \pm 1,2^\circ\text{C}$. В весенний период года только в мае индекс колебался в пределах от положительных до отрицательных значений; в другие 2 мес. сезона он имел отрицательные величины. Все лето регистрировалась положительная температура с максимумом в июле - $+11,5 \pm 0,5^\circ\text{C}$. Осенью лишь в сентябре отмечалась устойчивая положительная температура; уже в октябре среднесуточное среднемесячное значение имело отрицательное значение: $-4,5 \pm 0,6^\circ\text{C}$.

В субарктическом климате UTCI свидетельствовал о более суровых условиях обитания. Так, в зимний период года минимальный показатель достигал в январе $-43,9 \pm 1,1^\circ\text{C}$; в весенний и осенний периоды года он также не имел положительных градаций. В летний период только в июле и августе индекс был в положительных температурных интервалах с максимумом в июле: $+7,5 \pm 1,1^\circ\text{C}$; в июне температура могла быть и положительной, и отрицательной.

Таблица

**Значения UTCI по сезонам года в динамике по климатическим регионам,
M \pm m**

№ п/п	Месяц года	UTCI, $^\circ\text{C}$	
		Умеренный	Субарктический
1	Зимний	$-18,6 \pm 1,0$ - $-18,9 \pm 1,1$	$-41,1 \pm 1,0$ - $-40,3 \pm 1,2$
2	Весенний	$-11,8 \pm 1,1$ - $+0,3 \pm 0,5$	$-35,9 \pm 1,3$ - $-16,9 \pm 1,2$
3	Летний	$+10,0 \pm 0,6$ - $+9,2 \pm 0,5$	$+0,8 \pm 1,3$ - $+1,8 \pm 1,2$
4	Осенний	$+2,4 \pm 0,7$ - $-13,4 \pm 0,7$	$-6,0 \pm 1,0$ - $-36,4 \pm 1,0$

В умеренном континентальном климате UTCI в течение 2 летних мес. в году оценивал условия как «нет теплового стресса» в июне и июле. В августе

среднее значение показателя было в пределах такой же градации, но было возможным и ощущение слабого холодного стресса (рис. 1). В мае и сентябре условия оценивались как слабый холодный стресс. В марте, апреле и октябре (два весенних и один осенний мес.) определялся умеренный холодный стресс; в ноябре – феврале (один осенний и три зимних мес.) – сильный холодный стресс. При этом в ноябре интервал значения UTCI заходил в верхнюю зону границы умеренный холодный стресс.

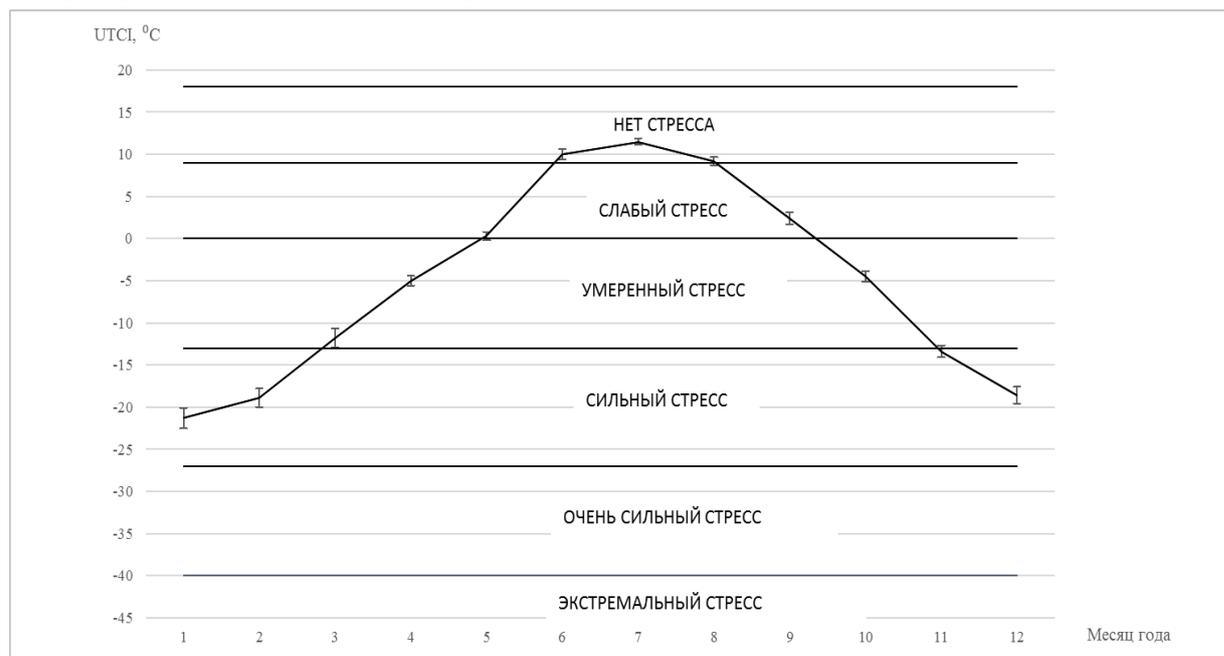


Рис. 1. Годовая характеристика риска здоровью при комплексном влиянии физических факторов на открытой территории в умеренном климате по UTCI

В арктическом регионе края влияние физических факторов в виде слабого холодного стресса определялось в июле и августе; в июне значения колебались в границах слабый-умеренный холодный стресс (рис. 2). Умеренный холодный стресс был определен только в сентябре. Сильный холодный стресс ощущался 2 мес. в году: май и октябрь. В апреле был возможен как сильный, так и более выраженная степень негативного влияния физических факторов (очень сильного стресса). Такой же очень сильный холодный стресс определен в марте и ноябре. Безусловно экстремальный стресс был в декабре и январе, а в феврале – как экстремальный, так и очень сильный холодный стресс.

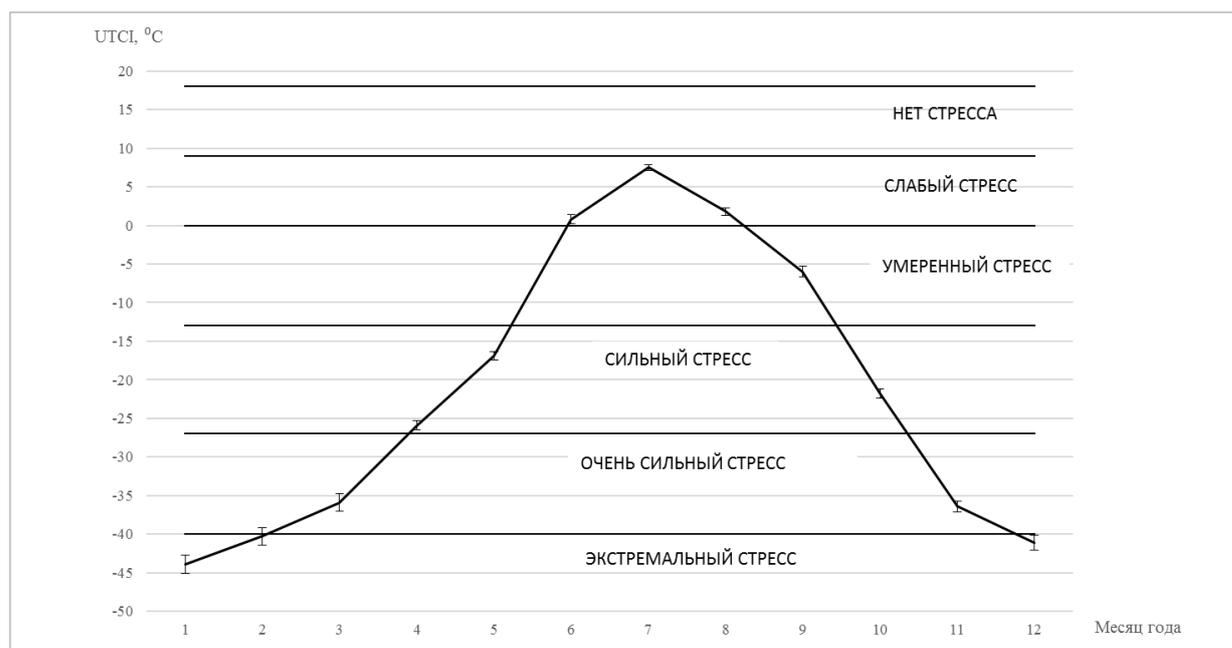


Рис. 2. Годовая характеристика риска здоровью при комплексном влиянии физических факторов на открытой территории в субарктическом климате по UTCI

Обсуждение результатов. Как и ряд биоклиматических индексов [1-6], UTCI позволяет оценивать влияние физических факторов окружающей среды на человека [7–18]. Его величина представляется как эквивалентная температура (°C), оказывающая физиологическое воздействие на человека соответственно фактической. UTCI позволяет оценить реакцию организма человека на изменение основных климатических параметров, включая радиационную. UTCI основан как на метеорологических, так и на не метеорологических параметрах: обмен веществ организма (его скорость), а также теплоизоляционные свойства одежды. Причем учитывалась современная модель теплоизоляции одежды [7, 9].

К настоящему времени имеются сведения по дифференциации территории России по индексу UTCI [19]. Вместе с тем грация по степени риска здоровью проведена только в масштабах страны в целом. Проанализированы биоклиматические условия для г. Архангельска [20]. Изучение региональных рисков, связанных с проживанием населения в различных климатических регионах одного субъекта России, не проводилось.

Нами установлено, что в умеренном климатическом регионе в течение 10 мес. в году имелся риск здоровью по комплексному влиянию физических факторов на открытой территории и только два мес. – температурные условия

нейтральные. В субарктической зоне определены круглогодичные дискомфортные условия.

В предыдущих наших работах показан риск здоровью в условиях субарктики и умеренного климата по ветро-холодовому индексу (ВХИ), интегральному показателю условий охлаждения (ИПУОО) [21, 22], которые основаны на оценке температуры на открытой территории и скорости движения воздуха. Однако они выражаются в баллах. ВХИ определяет риск переохлаждения обнаженных частей тела человека. ИПУОО позволяет прогнозировать степень риска обморожения незащищенных (недостаточно защищенных) областей тела при работах в средствах индивидуальной защиты организма от холода (СИЗХ) в охлаждающей среде. По нему определены режимы труда (время безопасных работ в охлаждающей среде и отдыха в обогреваемом помещении), которые связаны с выполнением физической работы разной категории (энерготраты при различных видах работ) и использованием СИЗХ. Эти режимы установлены для различных климатических регионов (поясов) с учетом степени теплоизоляции СИЗХ.

UTCI учитывает влияние четырех основных физических факторов внешней среды. Он характеризует теплоощущения человека, является маркером температурного стресса. С одной стороны, UTCI дает возможность оценивать среду обитания (анализировать наличие риска здоровью, его степень), что определяет необходимость использования средств профилактики термального дискомфорта. С другой стороны, позволяет дать социальную характеристику территории: определяет, как степень комфорта условий обитания, так и необходимость использования средств утепления организма (социально-экономическая характеристика территории).

Выводы:

1. По интегральному индексу теплового комфорта в умеренном континентальном климате 4 мес. в году (лето и сентябрь) регистрировались положительные температуры. Май – переходный месяц: температура колебалась в пределах отрицательных - положительных значений. Период положительных температур в субарктическом климате более короткий: 2 мес. в году (июль и август); июнь – переходный месяц.
2. В умеренном климатическом регионе в течение 10 мес. в году имеется риск холодовой травмы, в субарктической зоне - круглогодичные

дискомфортные условия. Степень риска в умеренном климате от слабого до сильного холодного стресса, в субарктическом – до экстремального.

3. Биоклиматические показатели ИПУОО и ВХИ используются для оценки риска здоровью холодных сред с целью определения режима труда и менеджмента для установления опасностей для работающего человека, выражаются в баллах. UTCI определяет фактическое эквивалентное влияние среды обитания в градусах Цельсия и риск среды обитания для населения, проживающего на конкретных территориях.

Список литературы:

1. Синицын И.С., Георгица И. М., Иванова Т. Г. Биоклиматическая характеристика территории в медико-географических целях. Ярославский педагогический вестник. 2013; 3 (4): 279-283.
2. 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. DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-66-76.
3. 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(54):11-16.
4. de Freitas C.R., Grigorieva E.A. A comparison and appraisal of a comprehensive range of human thermal climate indices. Int. J. Biometeorol. 2017; 61: 487–512. DOI 10.1007/s00484-016-1228-6.
5. Шипко Ю.В., Шувакин Е.В., Иванов А.В. Обобщенный биоклиматический показатель безопасности работ на открытом воздухе в суровых погодных условиях. Вестник КВГУ, Серия: география. Геоэкология. 2015; 3:33-39.
6. Шипко Ю.В. Шувакин Е.В., Шуваев М.А. Регрессионные модели оценки безопасности работ персонала на открытой территории в жестких погодных условиях. Воздушно-космические силы. Теория и практика. 2017; 1: 131-140.
7. Fiala D., Havenith G., Brode P., Kampmann B., Jendritzky G. UTCI-Fiala multi-node model of human heat transfer and temperature regulation. Int J. Biometeorol. 2012; 56 (3): 429-41. DOI: 10.1007/s00484-011-0424-7.
8. Psikuta A., Fiala D., Laschewski G., Jendritzky G., Richards M., Włazejczyk K., et al. Validation of the Fiala multi-node thermophysiological model for UTCI application. Int J. Biometeorol. 2012;56(3):443-60. DOI: 10.1007/s00484-011-0450-5.

9. Bröde P., Błażejczyk K., Fiala D., Havenith G., Holmér I., Jendritzky G., et al. The Universal Thermal Climate Index UTCI compared to ergonomics standards for assessing the thermal environment. *Ind Health*. 2013;51(1):16-24. DOI: 10.2486/indhealth.2012-0098.
10. Potchter O., Cohen P., Lin T.-P., Matzarakis A. Outdoor human thermal perception in various climates: A comprehensive review of approaches, methods and quantification. *Sci Total Environ*. 2018 Aug 1;631-632:390-406. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.02.276.
11. Błażejczyk K., Bröde P., Fiala D., Havenith G., Holmér I., Jendritzky G., et al. Principles of the new Universal Thermal Climate Index (UTCI) and its application to bioclimatic research in Europeanscale. *Miscellanea Geographica*. 2010;14:91–102. DOI:10.2478/mgrsd-2010-0009.
12. Błażejczyk K., Epstein Y., Jendritzky G., Staiger H., Tinz B. Comparison of UTCI to selected thermal indices. *Int. J. Biometeorol*. 2012; 56:515–535. DOI: 10.1007/s00484-011-0453-2.
13. Bröde P., Fiala D., Blazejczyk K., Holmér I., Jendritzky G., Kampmann B., et al. Deriving the operational procedure for the Universal Thermal Climate Index UTCI. *Int. J. Biometeorol*. 2012;56(3):481–494. DOI:10.1007/s00484-011-0454-1.
14. Di Napoli C., Pappenberger F., Hannah L.C. Assessing heat-related health risk in Europe via the Universal Thermal Climate Index (UTCI). *Int. J. Biometeorol*. 2018; 62 (7): 1155–65. DOI: 10.1007/s00484-018-1518-2.
15. Jendritzky G., de Dear R., Havenith G. UTCI – why another thermal index? *Int. J. Biometeorol*. 2012; 56 (3):421–428. DOI: 10.1007/s00484-011-0513-7.
16. Pappenberger F., Jendritzky G., Staiger H., Dutra E., Di Giuseppe F., Richardson D.S., et al. Global forecasting of thermal health hazards: the skill of probabilistic predictions of the Universal Thermal Climate Index (UTCI). *Int. J. Biometeorol*. 2015; 59 (3): 311–323. DOI: 10.1007/s00484-014-0843-3.
17. BioKlima 2.6, software package. URL. www.igipz.pan.pl/geoekoklimat/blaz/bioklima.htm.
18. Błażejczyk K., Jendritzky G., Bröde P., Fiala D., Havenith G., Epstein Y., et al. An introduction to the Universal Thermal Climate Index (UTCI). *Geographia Polonica*. 2013; 86 (1):5–10. DOI:10.7163/GPol.2013.1.
19. Виноградова В.В. Универсальный индекс теплового комфорта на территории России. *Известия Российской академии наук. Серия географическая*. 2019;(2):3-19. DOI: 10.31857/S2587-5566201923-19.

20. Шартова Н.В., Шапошников Д.А., Константинов П.И., Ревич Б.А. Определение порогов температурно-зависимой смертности на основе универсального индекса теплового комфорта – UTCI. Анализ риска здоровью. 2019;3: 83-93. DOI: 10.21668/health.risk/2019.3.10.
21. Рахманов Р. С., Богомоллова Е. С., Нарутдинов Д. А., Пискарев Ю. Г., Токарева Л. И. Оценка региональных погодных-климатических условий как факторов риска здоровью по ветро-холодовому индексу. Санитарный врач. 2021;3: 35-43. DOI 10.33920/med-08-2103-04.
22. Нарутдинов Д.А., Рахманов Р.С., Богомоллова Е.С., Разгулин С.А., Потехина Н.Н. Оценка риска здоровью по показателям холодного воздействия на территориях региона с различными типами климата. Медицина труда и экология человека. 2021;3:109-123. DOI: 10.24411/2411-3794-2021-10308.

References:

1. Sinitsyn I.S., Georgitsa I.M., Ivanova T.G. Bioclimatic characteristics of the territory for medico-geographical purposes. Yaroslavl Pedagogical Bulletin. 2013; 3 (4): 279-283.
2. Kuzyakina M.V., Gura D.A. Evaluation of the comfort of the bioclimatic conditions of the Krasnodar Territory using GIS technologies. South of Russia: ecology, development. 2020;15(3):66-76. DOI: 10.18470/1992-1098-2020-3-66-76.
3. Dikhanova Z.A., Mukhametzhanova Z.T., Iskakova A.K., Altayeva B.Zh., Mukasheva B.G. The influence of climate on the human body. Occupational hygiene and medical ecology. 2017;1(54):11-16.
4. de Freitas C.R., Grigorieva E.A. A comparison and appraisal of a comprehensive range of human thermal climate indices. Int. J. Biometeorol. 2017; 61: 487–512. DOI 10.1007/s00484-016-1228-6.
5. Shipko Yu.V., Shuvakin E.V., Ivanov A.V. Generalized bioclimatic indicator of the safety of work in the open air in harsh weather conditions. Bulletin of KVGU, Series: geography. Geoecology. 2015; 3:33-39.
6. Shipko Yu.V., Shuvakin E.V., Shuvaev M.A. Regression models for assessing the safety of personnel work in an open area in harsh weather conditions. Aerospace forces. Theory and practice. 2017; 1: 131-140.
7. Fiala D., Havenith G., Brode P., Kampmann B., Jendritzky G. UTCI-Fiala multi-node model of human heat transfer and temperature regulation. Int J Biometeorol. 2012; 56 (3): 429-41. DOI: 10.1007/s00484-011-0424-7.

8. Psikuta A., Fiala D., Laschewski G., Jendritzky G., Richards M., Błażejczyk K., et al. Validation of the Fiala multi-node thermophysiological model for UTCI application. *Int J Biometeorol.* 2012;56(3):443-60. DOI: 10.1007/s00484-011-0450-5.
9. Bröde P., Błażejczyk K., Fiala D., Havenith G., Holmér I., Jendritzky G., et al. The Universal Thermal Climate Index UTCI compared to ergonomics standards for assessing the thermal environment. *Ind Health.* 2013;51(1):16-24. DOI: 10.2486/indhealth.2012-0098.
10. Potchter O., Cohen P., Lin T.-P., Matzarakis A. Outdoor human thermal perception in various climates: A comprehensive review of approaches, methods and quantification. *Sci Total Environ.* 2018 Aug 1;631-632:390-406. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.02.276.
11. Błażejczyk K., Bröde P., Fiala D., Havenith G., Holmér I., Jendritzky G., et al. Principles of the new Universal Thermal Climate Index (UTCI) and its application to bioclimatic research in European scale. *Miscellanea Geographica.* 2010;14:91–102. DOI:10.2478/mgrsd-2010-0009.
12. Błażejczyk K., Epstein Y., Jendritzky G., Staiger H., Tinz B. Comparison of UTCI to selected thermal indices. *Int. J. Biometeorol.* 2012; 56:515–535. DOI: 10.1007/s00484-011-0453-2.
13. Bröde P., Fiala D., Błażejczyk K., Holmér I., Jendritzky G., Kampmann B., et al. Deriving the operational procedure for the Universal Thermal Climate Index UTCI. *Int. J. Biometeorol.* 2012;56(3):481–494. DOI:10.1007/s00484-011-0454-1.
14. Di Napoli C., Pappenberger F., Hannah L.C. Assessing heat-related health risk in Europe via the Universal Thermal Climate Index (UTCI). *Int. J. Biometeorol.* 2018; 62 (7): 1155–65. DOI: 10.1007/s00484-018-1518-2.
15. Jendritzky G., de Dear R., Havenith G. UTCI – why another thermal index? *Int. J. Biometeorol.* 2012; 56 (3):421–428. DOI: 10.1007/s00484-011-0513-7.
16. Pappenberger F., Jendritzky G., Staiger H., Dutra E., Di Giuseppe F., Richardson D.S., et al. Global forecasting of thermal health hazards: the skill of probabilistic predictions of the Universal Thermal Climate Index (UTCI). *Int. J. Biometeorol.* 2015; 59 (3): 311–323. DOI: 10.1007/s00484-014-0843-3.
17. BioKlima 2.6, software package. URL. www.igipz.pan.pl/geoekoklimat/blaz/bioklima.htm.

18. Błażejczyk K., Jendritzky G., Bröde P., Fiala D., Havenith G., Epstein Y., et al. An introduction to the Universal Thermal Climate Index (UTCI). *Geographia Polonica*. 2013; 86 (1):5–10. DOI:10.7163/GPol.2013.1.
19. Vinogradova V.V. Universal index of thermal comfort on the territory of Russia. *Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Geographic series*. 2019;(2):3-19. DOI: 10.31857/S2587-5566201923-19.
20. Shartova N.V., Shaposhnikov D.A., Konstantinov P.I., Revich B.A. Determination of thresholds for temperature-dependent mortality based on the universal thermal comfort index - UTCI. *Health risk analysis*. 2019;3: 83-93. DOI: 10.21668/health.risk/2019.3.10.
21. Rakhmanov R.S., Bogomolova E.S., Narutdinov D.A., Piskarev Yu. G., Tokareva L.I. Assessment of regional weather and climatic conditions as health risk factors based on the wind-cold index. *Sanitary doctor*. 2021;3: 35-43. DOI 10.33920/med-08-2103-04.
22. Narutdinov D.A., Rakhmanov R.S., Bogomolova E.S., Razgulin S.A., Potekhina N.N. Assessment of health risk by indicators of cold exposure in the territories of the region with different types of climate. *Occupational health and human ecology*. 2021;3:109-123. DOI: 10.24411/2411-3794-2021-10308.

Поступила/Received: 15.10.2021

Принята в печать/Accepted: 25.10.2021