

УДК 613.12: 551.58

ОЦЕНКА РИСКА ЗДОРОВЬЮ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ХОЛОДОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ТЕРРИТОРИЯХ РЕГИОНА С РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ КЛИМАТА

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, Нижний Новгород, Россия

Оценка изменения климата важна не только в глобальном масштабе, но и на отдельных территориях. Цель исследования – провести анализ физических факторов внешней среды на территориях с различными типами климата Красноярского края по периодам определения климатических норм, определить риск здоровью по показателям холодного воздействия. Оценили климатические условия субарктического и континентального климатов: температура, скорость движения и относительная влажность воздуха в периодах климатических норм: 1961-1990 и 1991-2020 гг. Определяли длительность теплого и холодного периодов года; риск здоровью по интегральному показателю условий охлаждения (обморожения). В субарктическом климате в 1991-2020 гг. по сравнению с 1961-1990 гг. установлены повышение температуры и уменьшение скорости движения воздуха в течение 11 мес. в году; в континентальном - увлажнение воздуха в течение 10 мес. в году. В субарктическом климате теплый период года составил 3, холодный – 6 мес.; в континентальном – 5 и 3 мес. соответственно. В предыдущем временном периоде в субарктическом климате критический риск холодной травмы возможен зимой, в октябре-ноябре, а в марте-мае – умеренный; в континентальном – в октябре-апреле умеренный риск. Изменения климата снизили риск холодного воздействия: в субарктическом климате на 1 мес. сократился период критического и увеличился период умеренного риска, в умеренном на 1 мес. - умеренного риска (октябрь-март), что увеличивает время безопасной и более безопасной работы на открытой территории. Региональные позитивные изменения снижения риска здоровью при холодном воздействии на организм актуализируют изучение влияния потепления климата на здоровье населения на других территориях страны.

Ключевые слова: Красноярский край, физические факторы внешней среды, субарктический и континентальный климаты, риск холодного воздействия.

Для цитирования: Нарутдинов Д.А., Рахманов Р.С., Богомолова 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.

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: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2021-10308>

HEALTH RISK ASSESSMENT BY COLD EXPOSURE INDICATORS IN AREA WITH DIFFERENT CLIMATE TYPES

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

Climate change assessment is important not only on a global scale, but also in individual territories. The purpose of the study is to analyze the physical factors of the external environment in territories with different types of climate in the Krasnoyarsk Territory by periods of determining climatic norms, to determine the health risk by indicators of cold exposure. The climatic conditions of the subarctic and continental climates were assessed: temperature, speed of movement and relative humidity of air in the periods of climatic norms: 1961-1990 and 1991-2020. Determined the duration of the warm and cold periods of the year; health risk according to the integral indicator of cooling conditions (frostbite). In the subarctic climate in 1991-2020. compared with 1961-1990. found: an increase in temperature and a decrease in the speed of air movement for 11 months a year; in the continental - air humidification for 10 months a year. In the subarctic climate, the warm period of the year is 3, the cold - 6 months; in the continental - 5 and 3 months. In the previous time period in the subarctic climate, the critical risk of cold injury is possible in winter; in October-November, March-May, it is moderate; in continental - moderate risk in October-April. Climate change reduced the risk of cold exposure: in the subarctic climate, the critical period decreased by 1 month and the moderate risk increased by 1 month, and moderate risk by 1 month (October-March), which increases the time of safe and safer work in open areas. ... Regional positive changes in reducing health risks during cold exposure to the body make the study of the impact of climate warming on the health of the population in other territories of the country actual.

Key words: Krasnoyarsk Territory, physical factors of the external environment, subarctic and continental climates, risk of cold exposure.

Citation: Narutdinov D.A., Rakhmanov R.S., Bogomolova E.S., Razgulin S.A., Potekhina N.N. Health risk assessment by cold exposure indicators in area with different climate types. *Occupational health and human ecology.* 2021;3:109-123.

Correspondence: Rakhmanov Rofail Salykhovich, Professor of the Department of Hygiene of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "PIMU" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Doctor of Medical Sciences, Professor, e-mail: raf53@mail.ru

Financing: The study had no financial support.

Conflict of interest: the authors declare no conflicts of interest.

DOI: <http://dx.doi.org/10.24411/2411-3794-2021-10308>

Изменения климата прямым или косвенным способом могут влиять на здоровье человека [1, 2]. Наиболее значимо меняются температура атмосферного воздуха, которая в

мире возросла за 130 лет на 0,85°C, а в последние четверть века темпы глобального потепления ускорились, превысив 0,18°C за десятилетие [3].

Глобальное потепление может привести к ряду позитивных преимуществ: уменьшение числа случаев смерти в местах с умеренным климатом, рост производства пищевых продуктов в определенных районах. Однако в подавляющем большинстве случаев общие последствия изменения климата для здоровья будут негативными [4]. По оценке ВОЗ, изменение климата вызовет порядка 250 000 смертей дополнительно в год в период с 2030 по 2050 гг., 38 000 человек умрут из-за воздействия жары на престарелых, 48 000 — из-за диареи, 60 000 — из-за малярии и 95 000 — из-за детского недоедания [5]. Потепление окажет серьезное влияние на рост болезней, спровоцированных экстремальной жарой, сердечно-легочных болезней, пищевых инфекций, психических заболеваний, стресса [6, 7].

В связи с этим представляет интерес оценка изменения климата на человека не только в глобальном масштабе, но и на отдельных административных территориях России.

Цель – провести анализ физических факторов внешней среды на территориях с различными типами климата Красноярского края по периодам определения климатических норм, определить риск здоровью по показателям холодового воздействия.

Материалы и методы. Исследование провели на примере субарктического и континентального (умеренного пояса) климата. Данные получены из ФГБУ «Среднесибирское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» из метеоцентров, расположенных в районе г. Норильска (Таймырский филиал) и г. Красноярска (Опытное поле).

Провели сравнительный анализ средних помесечных показателей на открытой территории: температуры атмосферного воздуха (°C), скорости движения воздуха (ветра, м/с), относительной влажности (%), определенных в двух периодах климатических норм – 1961-1990 и 1991-2020 гг. [8, 9]. Определяли длительность теплого и холодного периодов года [10]. Для этого использовали данные последних десяти лет каждого периода: 1981-1990 и 2010-2019 гг.⁹

Риск здоровью оценивали по интегральному показателю условий охлаждения (обморожения), который определяет время безопасной работы на открытой территории. Он определялся по формуле: $ИПУОО=34,654-0,4664 \times t_v + 0,6337 \times v$, где t – температура воздуха, °C; v – скорость ветра, м/с [11]. Интерпретацию результатов осуществляли по следующим критериям: ≤ 34 – риск работы на открытой территории отсутствует; $< 34 - \leq 47$ – риск умеренный; $< 47 - \leq 57$ – риск критический; > 57 – риск катастрофический¹⁰.

⁹ ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.

¹⁰ Методические рекомендации МР 2.2.7.2129-06. Режимы труда и отдыха работающих в холодное время на открытой территории или в неотапливаемых помещениях.

Статистическую обработку провели с использованием компьютерной программы Statistica-6.1, определяли средние величины и ошибки средней ($M \pm m$), достоверность различий определяли по t-критерию Стьюдента.

Результаты. Как показали результаты анализа температуры атмосферного воздуха в каждом периоде наблюдения теплый период года в условиях Красноярска длился 3 месяца (лето), в мае и сентябре в первом периоде температура колебалась от 8,3 до 13,3°C и от 8,0 до 10,4°C, во втором в эти месяцы – от 7,1 до 11,5°C. Холодный период длился с декабря по февраль (3 зимних месяца). В апреле и июне температура в последнем периоде наблюдения была достоверно выше, чем в предыдущем, соответственно на 4,0-3,9°C (рис. 1). В июле-октябре – выше на 0,7-0,8°C.

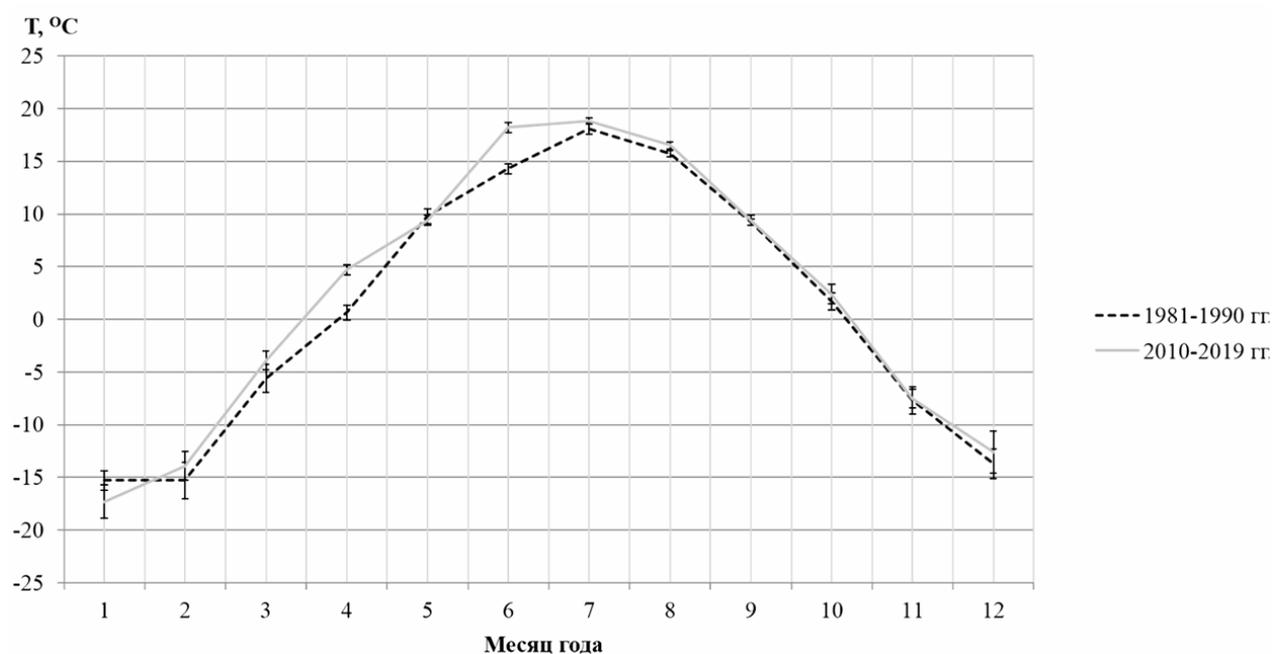


Рис. 1. Показатели температуры атмосферного воздуха в районе г. Красноярска по отрезкам наблюдения в периодах климатических норм

В районе г. Норильска теплый период года длился всего 3 месяца (летний период года), холодный – в первом периоде наблюдения 6 месяцев (ноябрь-апрель), во втором – 5 месяцев (ноябрь-март) (рис. 2).

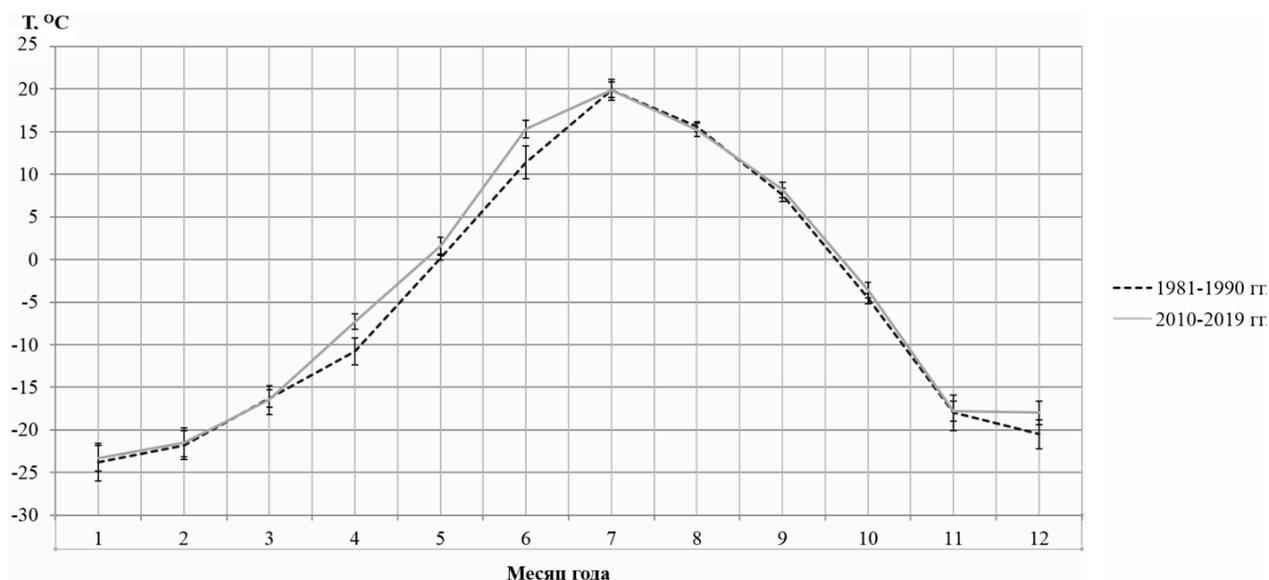


Рис. 2. Показатели температуры атмосферного воздуха в районе г. Норильска по отрезкам наблюдения в периодах климатических норм

В районе Красноярска по периодам наблюдения были определены изменения показателей влажности. В сентябре-мае относительная влажность во втором периоде наблюдения была выше по сравнению с показателями предыдущего периода наблюдения. При этом превышения достигали от 1,7 до 6,6%; в ноябре-марте различия имели существенные значения: ноябрь, $p=0,012$; декабрь, $p=0,023$; январь, $p=0,05$; февраль, $p=0,05$; март, $p=0,042$ (рис. 3).

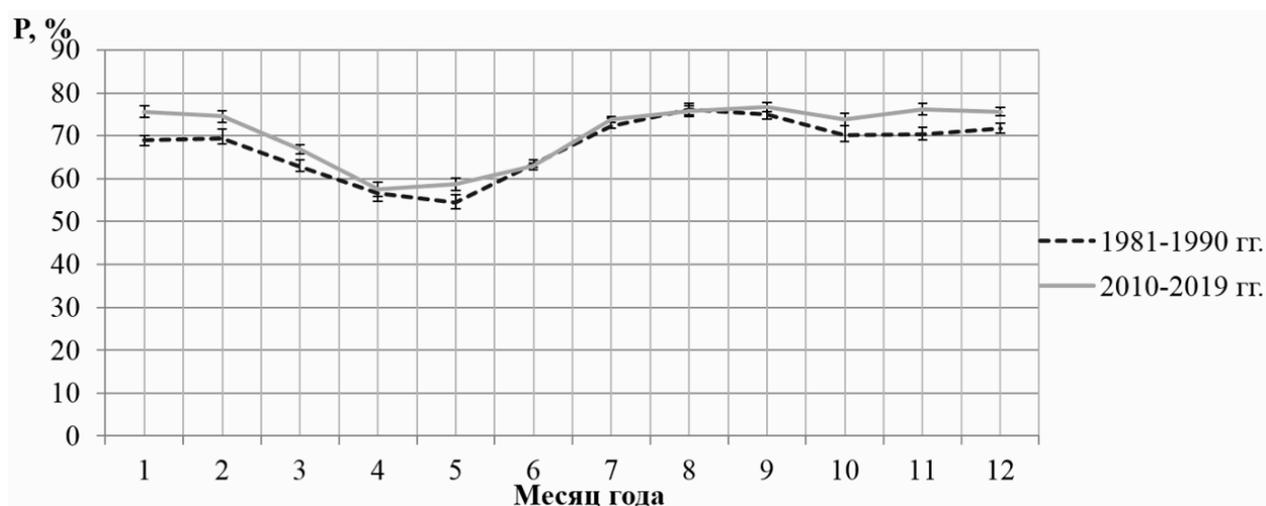


Рис. 3. Показатели относительной влажности воздуха в районе г. Красноярска по отрезкам наблюдения в периодах климатических норм

В районе Норильска изменений показателей относительной влажности по периодам наблюдения не было выявлено (рис. 4). Вместе с тем отмечена достаточно высокая влажность в осенний, зимний и весенний периоды.

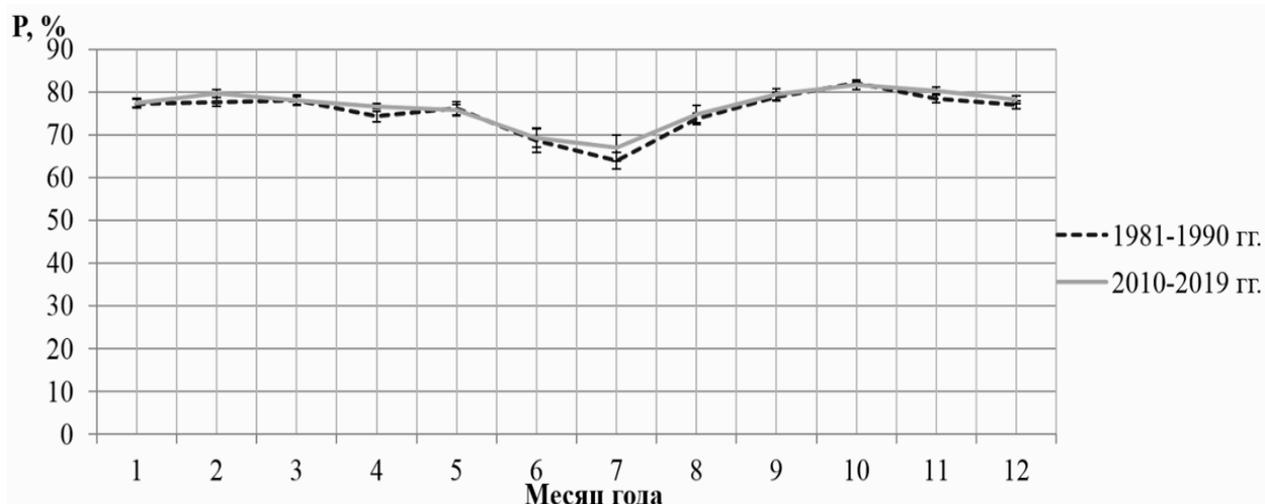


Рис. 4. Показатели относительной влажности воздуха в районе г. Норильска по отрезкам наблюдения в периодах климатических норм

В условиях умеренного континентального климата во втором периоде наблюдения отмечено значительное снижение скорости ветра во все месяцы, за исключением сентября (рис. 5). Снижение скорости ветра отмечено от 0,2 м/с (август, $p=0,038$), 0,4 м/с (февраль, $p=0,045$) до 1,0 м/с (ноябрь, $p=0,001$). В остальные месяцы достоверное снижение скорости ветра составляло 0,6 м/с.

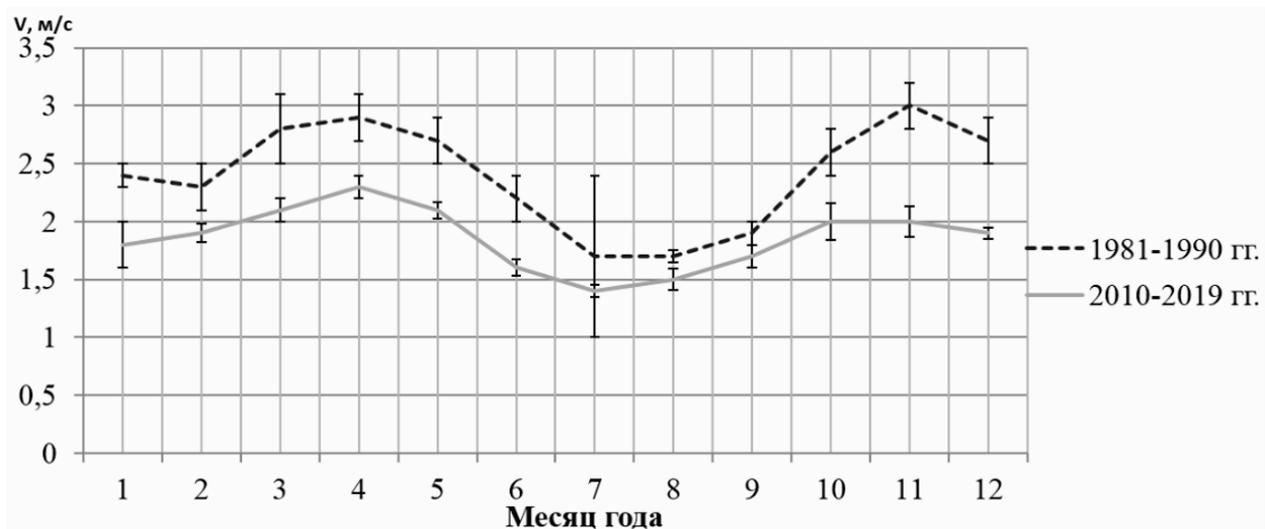


Рис. 5. Показатели скорости ветра в районе г. Красноярска по отрезкам наблюдения в периодах климатических норм

Обращают внимание достаточно высокие скорости ветра в условиях субарктического климата (рис. 6), среднемесячные значения которых достигали в первом периоде наблюдения 6,1 м/с и выше, во втором – 5. Отмечены значительные снижения скорости ветра по месяцам. Так, в апреле-декабре достоверное снижение скорости ветра достигало от 0,7 (август, $p=0,015$) до 1,1 м/с (ноябрь, $p=0,041$). В феврале-марте также скорость ветра была ниже, соответственно на 1,0 м/с, но эти изменения не носили достоверный характер ($p=0,09$ и $p=0,71$). Только в январе скорость ветра во втором периоде наблюдения не изменилась.

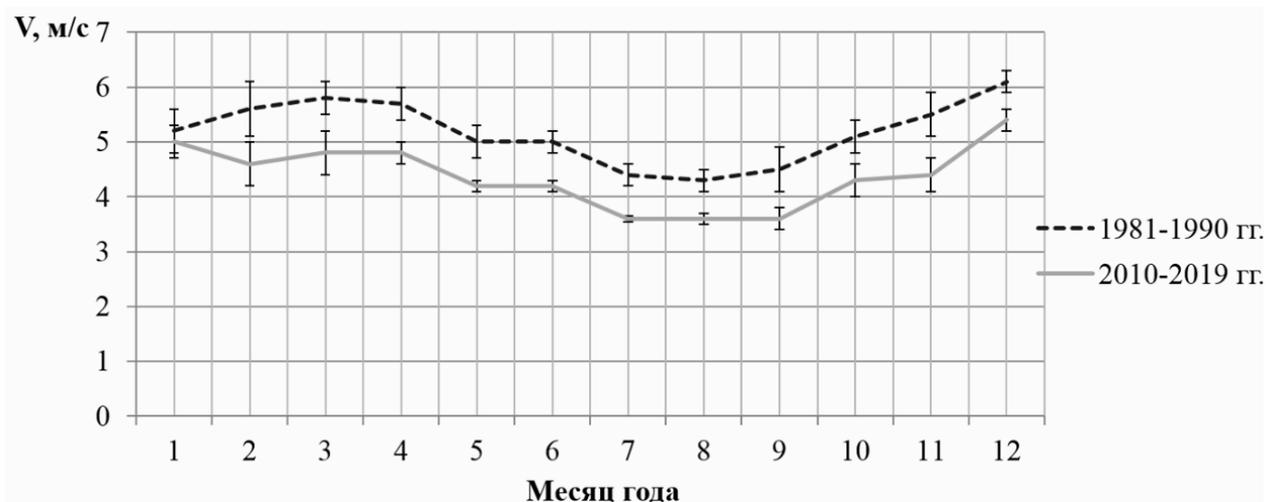


Рис. 6. Показатели скорости ветра в районе г. Норильска по отрезкам наблюдения в периодах климатических норм

При оценке влияния физических факторов внешней среды на организм по интегральному показателю условий охлаждения было отмечено, что в районе Красноярска в 1981-1990 гг. негативное влияние было возможно в октябре-апреле (в течение 7 месяцев). Определялся умеренный риск охлаждения организма (табл. 1). Во втором наблюдении период такого же умеренного риска охлаждения организма был короче на 1 месяц (октябрь-март). При этом цифровые значения ИПУОО во втором отрезке времени, за исключением января, были ниже предыдущих показателей.

Таблица 1

Среднемесячные значения ИПУОО в районе г. Красноярска по периодам наблюдения, ед.

№ п/п	Период наблюдения, гг	Месяц года											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1981- 1990	43,3 1	43,2 5	39,0 4	36,1 9	31,8	31, 4	27,3	28,4	31,5 7	35,5 1	40,1 5	42,75
2	2010- 2019	43,8 6	42,3 4	37,8	33,9 2	31,6	27, 18	26,7 7	27,9 1	31,3 5	34,8	40,9	41,74

Более суровые условия обитания были в субарктической зоне Красноярского края (табл. 2). В 1981-1990 и 2010-2019 гг. только в июне-сентябре отсутствовал риск охлаждения организма. В первом временном отрезке наблюдения умеренный риск охлаждения организма определялся в октябре-ноябре и марте-мае (5 месяцев), а в зимний период года – критический риск охлаждения. Во втором временном отрезке наблюдения период умеренного риска охлаждения организма увеличился с октября по декабрь (6 месяцев) и был такой же в марте-мае. Период критического риска обморожения организма уменьшился на 1 месяц: определялся только в январе-феврале зимнего сезона года.

Таблица 2

Среднемесячные значения ИПУОО в районе г. Норильска по периодам наблюдения, ед.

№ п/ п	Период наблюдения, гг.	Месяц года											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1981- 1990	49,05	48,3 7	45, 93	43, 3	37, 73	32, 51	28, 21	30, 1	33, 96	40, 03	46,5 3	48,08
2	2010- 2019	48,69	47,6	45, 4	41, 1	36, 57	30, 18	27, 65	29, 85	33, 11	39, 06	41,0 8	46,47

Обсуждение результатов. Многочисленными исследованиями доказано влияние на здоровье происходящего в настоящее время потепления климата, а также влияние волн жары или холода [10-22]. С целью своевременного принятия управленческих мер по профилактике негативного влияния изменений климата Правительством РФ подписан комплексный план реализации Климатической доктрины Российской Федерации на период до 2020 года. Среди мероприятий – проведение научных исследований погоды и климата, обеспечивающих оценку и прогнозирование связанных с изменением климата угроз национальной безопасности; оценка рисков и выгод для экономики страны и ее территории, а также способности адаптации к изменению климата; разработка методики расчета рисков и оценки ущерба от климатических изменений, влияющих на повышение уровня заболеваемости и смертности в группах населения высокого риска¹¹.

В настоящее время разработаны рекомендации по оценке риска и ущерба от климатических изменений, влияющих на повышение уровня заболеваемости и смертности в группах населения повышенного риска, экономической оценке рисков для здоровья при воздействии факторов среды обитания. Вместе с тем региональные проблемы состояния климата изучены недостаточно. Научные изыскания сосредоточены на изучении погодноклиматических условий, связанных с изменением температурного фактора¹².

Примененный в нашем исследовании методический подход сравнительного анализа состояния физических факторов по периодам установления климатических норм, с одной стороны, дал возможность оценить происходящие изменения как каждого фактора в отдельности, так и климата в динамике многолетнего наблюдения, с другой – оценить риск здоровью при работах на открытой территории и определить время непрерывного пребывания на холоде человека в комплекте индивидуальных средств защиты от холода.

Всемирной метеорологической организацией предложены градации единого 30-летнего периода для оценки климатических норм: первый установленный ВМО период для оценки норм – 1931-1960 гг., второй – 1961-1990 гг. и третий – 1991-2020 гг. [8, 9]. В нашем случае анализ состояния физических факторов в последние десятилетия второго и третьего периодов позволил ответить на вопрос: происходят ли изменения климата, как в целом, так и по отдельным параметрам, на территориях с различными типами климата.

Как оказалось, в третьем периоде установления климатических норм произошло изменение всех трех оцениваемых физических параметров внешней среды: и температуры

¹¹Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25 апреля 2011 г. N 730р "Об утверждении Комплексного плана реализации Климатической доктрины Российской Федерации на период до 2020 года".

¹² МР 2.1.10.0057-12. 2.1.10. Состояние здоровья населения в связи с состоянием окружающей среды и условиями проживания населения. Оценка риска и ущерба от климатических изменений, влияющих на повышение уровня заболеваемости и смертности в группах населения повышенного риска.

МР 5.1.0029-11. Методические рекомендации к экономической оценке рисков для здоровья населения при воздействии факторов среды обитания.

МР 5.1.0030-11. Методические рекомендации к экономической оценке и обоснованию решений в области управления риском для здоровья населения при воздействии факторов среды обитания.

атмосферного воздуха, и скорости его движения, и влажности. В умеренном континентальном климате отмечено достоверное повышение температуры воздуха в апреле-июне, в июле-октябре – до 0,8°C. Произошло увлажнение воздуха в сентябре-мае, относительная влажность увеличивалась до 6,6% ($p=0,001$). В 11 месяцах года скорость ветра была достоверно ниже, чем в сравниваемый предыдущий период определения климатических норм. В субарктическом типе климата также отмечено изменение температуры, но только в апреле-июне. Влажность воздуха практически не изменилась, оставаясь повышенной 10 месяцев в году. Скорость ветра, как и в условиях умеренного климата, уменьшилась: за исключением одного месяца в году уменьшение достигало 1,1 м/с¹³.

Комплексная оценка влияния на человека температуры и скорости ветра по ИПУОО показала, что в умеренном климате в третьем периоде определения климатических норм риск здоровью при нахождении на открытой территории сократился на 1 месяц, а в остальные 6 месяцев в году регистрировался умеренный риск холодовой травмы. В субарктическом типе климата также отмечено снижение риска холодового воздействия за счет критического варианта, произошло увеличение периода умеренного риска на 1 месяц, хотя длительность сезона влияния экстремальных воздействий не сократилась.

Таким образом, изменение трех физических показателей внешней среды отмечено в умеренном континентальном климате, в субарктическом – только двух. При этом температура внешней среды возрастала, скорость движения воздуха уменьшалась. В континентальном климате, кроме того, увеличилась влажность воздуха. Произошедшие изменения климата отразились на снижении риска холодового воздействия на организм, что сказывается на продолжительности безопасного и менее безопасного времени работ на открытой территории.

С другой стороны, потепление представляет определенную эпидемиологическую опасность, которое впоследствии может привести к росту инфекционных и паразитарных заболеваний, ухудшению условий проживания населения, состояния здоровья и традиционного природопользования коренных народов Севера, деградации вечной мерзлоты [23, 24]. Как полагают другие авторы, необходимы дальнейшие исследования для всестороннего понимания воздействия изменения климата на здоровье в различных регионах [25].

Выводы

1. В субарктическом и умеренном континентальном климате Красноярского края в завершающее десятилетие периода установления климатических норм 1991-2020 гг. по сравнению с периодом 1981-1990 гг. выявлено: повышение температуры атмосферного воздуха в субарктическом и умеренном континентальном климате в апреле-июне и апреле-октябре соответственно; уменьшение скорости движения воздуха на протяжении

¹³ МР 2.2.7.2129-06. Режимы труда и отдыха работающих в холодное время на открытой территории или в неотапливаемых помещениях.

11 месяцев в году В континентальном климате возросла влажность воздуха в течение 10 месяцев в году.

2. Изменение погодно-климатических условий снизило риск холодового воздействия на организм: в субарктическом климате на 1 месяц сократился период критического риска (при сохранении общей продолжительности периода), в умеренном - на 1 месяц период умеренного риска холодовой травмы, что увеличивает время безопасной и более безопасной работы на открытой территории.
3. Региональные позитивные изменения снижения риска здоровью при холодовом воздействии на организм в субарктическом и континентальном климате Красноярского края актуализируют изучение влияния потепления климата на здоровье населения на других климатических территориях страны.

Список литературы:

1. Говорушко С.М. Влияние погодно-климатических условий на биосферный процесс. Геофизические процессы и биосфера. 2012; 11(11): 5-24.
2. Ревич Б.А., Шапошников Д.А. Особенности воздействия волн жары и холода на смертность в городах с резко континентальным климатом. Сибирское медицинское обозрение. 2017;2: 84–90.
3. IPCC. Summary for Policymakers. In: Edenhofer O, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B., Kriemann JS, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx editors. Climate Change 2014, Mitigation of Climate Change Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.: Cambridge University Press. 2014.
4. Climate change and health. WHO. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>.
5. WHO. Quantitative risk assessment of the effects of climate change on selected causes of death, 2030s and 2050s. Geneva: World Health Organization. 2014.
6. Balbus J.A., Crimmins J.L., Gamble D.R., Easterling K.E., Kunkel S., Saha, Sarofim. M.C.Ch. 1: Introduction: Climate Change and Human Health. The Impacts of Climate Change on Human Health in the United States: A Scientific Assessment. 2016: 25–42.
7. Martina S Ragettli, Martin Rössli. Heat-health action plans to prevent heat-related deaths-experiences from Switzerland. Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz. 2019. Vol. 62(5): 605-611. doi: 10.1007/s00103-019-02928-8.
8. Груза Г.В., Ранькова Э.Я. Динамические климатические нормы температуры воздуха. Метеорология и гидрология. 2012;12: 5-18.
9. Груза Г. В. Наблюдаемые и ожидаемые изменения климата России: температура воздуха. М.: ИГКЭ Росгидромета и РАН. 2012.

10. 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.
11. Кнауб Р.В., Игнатъева А.В. Оценка энергетических последствий заболеваемости и смертности людей от климатических изменений на территории Томской области России. Современные исследования социальных проблем (электронный научный журнал). 2015; 48: 466-87.
12. Веремчук Л.В., Челнокова Б.И. Влияние природно-экологических условий на качество среды обитания человека в Приморском крае. Здоровье населения и среда обитания. 2013;2: 4-6.
13. Веремчук Л.В., Минеева Е.Е., Виткина Т.И., Гвозденко Т.А. Влияние климата на функцию внешнего дыхания здорового населения г. Владивостока и больных с бронхолегочной патологией. Гигиена и санитария. 2018; 97 (5): 418-42.
14. Ворошилова И.И., Радченкова И.В. Влияние климатических факторов на здоровье молодых людей, проживающих в условиях центра и юга Сибири. Успехи современного естествознания. 2013; 5: 142-3.
15. Григорьева Е.А., Кирьянцева Л.П. Погодные условия как фактор риска развития болезней органов дыхания населения и меры по их профилактике на примере студенческой молодежи. Бюллетень. 2014; 51: 62-8.
16. 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): 11-6.
17. 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.
18. 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.
19. Green H., Bailey J., Schwarz L., Vanos J., Ebi, K., & Benmarhnia T. Impact of heat on mortality and morbidity in low and middle income countries: A review of the epidemiological evidence and considerations for future research. Environmental Res. 2019; 171: 80–91. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.01.010>.
20. Gu S., Zhang L., Sun S., Wang X., Lu B., Han H., Wang A. Projections of temperature-related cause-specific mortality under climate change scenarios in a coastal city of China. Environment International. 2020.143, 105889. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105889>.
21. Son, J.-Y., Liu, J. C., & Bell, M. L. Temperature-related mortality: a systematic review and investigation of effect modifiers. Environmental Research Letters. 2019. 14 (7): 73004. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab1cdb>.
22. Benmarhnia T., Schwarz L., Nori-Sarma A., & Bell M. L. Quantifying the impact of changing the threshold of New York City heat emergency plan in reducing heat-related illnesses.

Environmental Research Letters. 2019; 14 (11): 114006. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab402e>.

23. Катцов В.М., Порфирьев Б.Н. Климатические изменения в Арктике: Последствия для окружающей среды и экономики. Арктика: Экология и экономика. 2012;11: 66-79.
24. Gu S., Zhang L., Sun S., Wan X., Lu B., Han H., Wang A. Projections of temperature-related cause-specific mortality under climate change scenarios in a coastal city of China. Environment International. 2020;143:105889. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105889>.
25. Ferreira L. de C. M., Nogueira M. C., Pereira R. V. de B., de Farias, W. C. M. Rodrigues M. M. de S., Teixeira M. T. B., & Carvalho M. S. Ambient temperature and mortality due to acute myocardial infarction in Brazil: an ecological study of time-series analyses. Scientific Reports. 2019; 9 (1):13790. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-50235-8>.

REFERENCES

1. Govorushko S.M. The influence of weather and climatic conditions on the biosphere process. Geophysical Processes and the Biosphere, 2012;11 (11): 5-24 (in Russian).
2. Revich B.A., Shaposhnikov D.A. Influence features of cold and heat waves to the population mortality - the city with sharply continental climate. Siberian Medical Review. 2017; 2: 84–90 (in Russian).
3. PCC. Summary for Policymakers. In: Edenhofer O, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B., Kriemann JS, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx editors. Climate Change 2014, Mitigation of Climate Change Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.: Cambridge University Press, 2014.
4. Climate change and health. WHO. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>.
5. WHO. Quantitative risk assessment of the effects of climate change on selected causes of death, 2030s and 2050s. Geneva: World Health Organization, 2014.
6. Balbus J.A., Crimmins J.L., Gamble D.R., Easterling K.E., Kunkel S., Saha, Sarofim. M.C.Ch. 1: Introduction: Climate Change and Human Health. The Impacts of Climate Change on Human Health in the United States: A Scientific Assessment, 2016: 25–42.
7. Martina S Ragettli, Martin Röösl. Heat-health action plans to prevent heat-related deaths-experiences from Switzerland. Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz, 2019; 62 (5): 605-11. doi: 10.1007/s00103-019-02928-8.
8. Gruza G.V., Rankova E.Ya. Dynamic climatic norms of air temperature. Meteorology and Hydrology, 2012; 12: 5-18.
9. Gruza G. V. Observed and expected climate changes in Russia: air temperature. Moscow: IGKE Roshydromet and RAS, 2012.

10. Revich B.A., Shaposhnikov D.A., Podolnaya M.A., Kharkova T.L., Kvasha E.A. Heat waves in southern cities of European Russia as a risk factor for premature mortality. Forecasting problems, 2015; 2: 56–67 (in Russian).
11. Knaub R.V., Ignatieva A.V. Assessment of the energy consequences of human morbidity and mortality from climate change in the Tomsk region of Russia. Contemporary studies of social problems (electronic scientific journal), 2015;4 (48): 466-87 (in Russian).
12. Veremchuk L.V., Chelnokova B.I. Influence of natural and ecological conditions on the quality of human habitat in the Primorsky Territory. Public health and habitat, 2013; 2: 4-6 (in Russian).
13. Veremchuk L.V., Mineeva E.E., Vitkina T.I., Gvozdenko T.A. The influence of climate on the function of external respiration of the healthy population of Vladivostok and patients with bronchopulmonary pathology. Hygiene and sanitation, 2018; 97 (5): 418-42 (in Russian).
14. Voroshilova I.I., Radchenkova I.V. The influence of climatic factors on the health of young people living in the center and south of Siberia. Advances in modern natural science, 2013; 5 :142-3.
15. Grigorieva E.A., Kiryantseva L.P. Weather conditions as a risk factor for the development of respiratory diseases of the population and measures for their prevention on the example of student youth. Bulletin, 2014;5: 62-8 (in Russian).
16. Dikhanova Z.A., Mukhametzhanova Z.T., Iskakova A.K., Altayeva B.Zh., Mukasheva B.G. The influence of climate on the human body. Occupational health and medical ecology, 2017; 1 (54):11-6 (in Russian).
17. Uyanaeva A.I., Tupitsyna Yu.Yu., Rassulova M.A., Turova E.A., Lvova N.V., Airapetova N.S. Influence of climate and weather on the mechanisms of formation of increased meteorological sensitivity. Questions of balneology, physiotherapy and physical therapy, 2016; 93 (5): 52-7(in Russian).
18. 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: 83-3(in Russian). DOI: 10.21668/health.risk/2019.3.10.
19. Green H., Bailey J., Schwarz L., Vanos J., Ebi K., & Benmarhnia T. Impact of heat on mortality and morbidity in low and middle income countries: A review of the epidemiological evidence and considerations for future research. Environmental Research, 2019;71:80–91. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.01.010>.
20. Gu S., Zhang L., Sun S., Wang X., Lu B., Han H., Wang A. Projections of temperature-related cause-specific mortality under climate change scenarios in a coastal city of China. Environment International, 2020;143:105889. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105889>.
21. Son J.-Y., Liu J. C., & Bell M. L. (2019). Temperature-related mortality: a systematic review and investigation of effect modifiers. Environmental Research Letters, 2019;14 (7): 73004. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab1cdb>.
22. Benmarhnia T., Schwarz L., Nori-Sarma A., & Bell M. L. (2019). Quantifying the impact of changing the threshold of New York City heat emergency plan in reducing heat-related

- illnesses. *Environmental Research Letters*, 2019;14:11: 114006. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab402e>
23. Kattsov V.M., Porfiriev B.N. Climate Change in the Arctic: Implications for the Environment and the Economy. *Arctic: Ecology and Economics*, 2012; 11: 66-9 (in Russian).
24. Gu S., Zhang L., Sun S., Wang X., Lu B., Han H., Wang, A. Projections of temperature-related cause-specific mortality under climate change scenarios in a coastal city of China. *Environment International*, 2020;143:105889. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105889>.
25. Ferreira L. de C. M., Nogueira M. C., Pereira, R. V. de B., de Farias W. C. M., Rodrigues M. M. de S., Teixeira M. T. B., & Carvalho, M. S. (2019). Ambient temperature and mortality due to acute myocardial infarction in Brazil: an ecological study of time-series analyses. *Scientific Reports*, 2019;9(1):13790. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-50235-8>.

Поступила/Received: 06.09.2021

Принята в печать/Accepted: 07.09.2021.