

УДК 613.1(1-17)

ЭКОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ СЕВЕРА

Обзор литературы

© 2012 г. А. Б. Гудков, О. Н. Попова, *Н. Б. Лукманова

Северный государственный медицинский университет,
*Северный (Арктический) федеральный университет
им. М. В. Ломоносова, г. Архангельск

Проведен анализ литературных сведений по эколого-физиологической характеристике ведущих климатических факторов Севера. Сочетание колебаний температуры и атмосферного давления, высокой относительной и низкой абсолютной влажности, жесткого ветрового режима, значительных изменений солнечной активности, своеобразие поведения магнитных полей, резкой фотопериодичности и выраженного ультрафиолетового дефицита обуславливают особую структуру климата северных регионов. По совокупности климатических характеристик и с учетом общебиологического действия указанных факторов, их сочетания и степени выраженности территории Севера в целом могут быть отнесены к зоне дискомфортных природно-климатических условий проживания с элементами выраженной экстремальности по ряду параметров, которые предъявляют повышенные требования к функциональным системам организма человека.

Ключевые слова: Север, климатические факторы, эколого-физиологическая характеристика.

На современном этапе вполне очевидно, что стратегия и тактика здравоохранения и соответствующего развития медицинской науки должны в полном объеме учитывать своеобразие климатогеографических особенностей той территории, на которой проживает и осуществляет трудовую деятельность население. Гигантский трудноосваиваемый и жизненно необходимый для России Север является территорией с неблагоприятными природно-климатическими условиями.

По общепринятым представлениям о климате как режиме повторяющихся погодных условий, специфичных для данной местности, определение характеризующих эти условия параметров требует конкретизации района, о котором идет речь.

В климатогеографическом отношении на территории России выделяют Азиатский Север (Тюменская, Томская, Камчатская, Магаданская, Сахалинская области) и Европейский Север (Мурманская, Архангельская и отчасти Вологодская области, Республика Карелия и Республика Коми). Европейский Север России на 40 % представлен территорией Архангельской области.

Климат Севера формируется под влиянием трех основных взаимодействующих факторов: радиационного — приход и расход солнечного тепла на земной поверхности и в атмосфере; циркуляционного — движение воздушных масс (морского или континентального происхождения); вертикального теплообмена и влагообмена в атмосфере, подстилающей поверхности (верхний слой почвы, растительный покров, верхний слой воды, снежный покров, ледяной покров на море и т. д.) и между ними [5].

Климатические факторы Севера делятся на специфические и неспецифические [39]. Неспецифические — это холод, высокая относительная влажность, тяжелый аэродинамический режим, то есть факторы, которые встречаются и в других регионах Земли. К специфическим для северных широт можно отнести изменение фотопериодизма, колебание атмосферного давления и факторы электромагнитной природы. Необходимо подчеркнуть, что отрицательное воздействие этой группы факторов практически не блокируется социальными и другими мерами защиты. В силу этих причин Север предъявляет к организму человека повышенные требования, вынуждая его использовать дополнительные социальные, биологические и медико-профилактические средства защиты от их неблагоприятного воздействия [19, 43, 52–54]. Адаптация человека в этих условиях достигается путем напряжения и сложной перестройки гомеостатических систем организма [1, 2, 10, 23, 41].

Одним из основных климатических факторов северных территорий является холод. Под термином «холод» понимается совокупность метеорологических условий, если их воздействие на организм человека

сопряжено с риском возникновения различных нарушений теплового состояния или развития холодовой травмы [42].

В холодную половину года температурный режим на северных территориях определяется переносом тепла из Атлантики, поэтому температуры на территории Российской Федерации понижаются с запада на восток, так, средняя температура января изменяется от -9 до -21 °С. На климат Европейского Севера оказывает большое влияние теплое течение Гольфстрим и влажные циклоны из Атлантики. Они несут дожди и туманы, при этом относительная влажность воздуха достигает 99 %. Сочетание холода и влаги — одна из особенностей климата высоких широт Европейского Севера России [31, 38].

На Азиатском Севере России экстремальная зимняя погода обусловлена тем, что здесь сказывается близость мощной области повышенного давления над Якутией, где формируются зоны со стабильным антициклоном и предельно низкими температурами воздуха (азиатский полюс холода).

Период с устойчивыми морозами в Архангельске, расположенном на территории Европейского Севера, в среднем длится 138 дней [36]. На Кольском полуострове время напряженной холодовой терморегуляции составляет в среднем 152 дня, в центральных районах Западной и Восточной Сибири — 210–270 дней, на арктическом побережье Крайнего Севера — 345 дней [19].

Хорошо известно, что холод как понятие далеко выходит за рамки представлений об абсолютных значениях низких температур и более адекватно соотносится с понятием охлаждающего влияния окружающей среды на организм [6, 45]. Фактор охлаждения в северных регионах проявляется постоянно, он ощущается в слабости солнечного тепла, в температурном и ветровом режимах.

Вопрос о механизмах, лежащих в основе температурной чувствительности человека и животных, до сих пор недостаточно ясен [20]. Именно афферентный сигнал периферических и центральных терморецепторов определяет характер взаимодействия различных физиологических систем между собой, а следовательно, и отношение организма в целом к изменению температуры окружающей среды [2, 10]. Исходным пунктом афферентной информации при внешнем холодовом воздействии на организм являются прежде всего периферические кожные терморецепторы — окончания центrostремительных нервов [20].

Известно, что поток сенсорной информации от периферических терморецепторов зависит от количества функционирующих рецепторов в данный момент времени и от их импульсной активности, которая определяется абсолютным значением температуры и скоростью ее изменения [20]. О числе функционально активных холодовых рецепторов у человека можно судить по количеству холодовых точек, поскольку установлено точечное распределение чувствительно-

сти кожи человека к теплу и холоду [47]. Показано, что каждая холодовая или тепловая точка диаметром 1 мм иннервируется по крайней мере одним терморецептором [50]. Количество чувствительных холодовых или тепловых точек характеризует уровень мобилизации холодовых или тепловых рецепторов и температурную чувствительность.

В настоящее время появились многочисленные исследования, касающиеся клеточных и молекулярных механизмов холодовой чувствительности. Так, полагают, что детекторами изменения температуры и основными сенсорами являются термочувствительные TRP-каналы [49, 51, 56]. К настоящему времени идентифицировано два холодочувствительных ионных канала — TRPA1 и TRPM8. Канал TRPA1 функционирует в диапазоне более низких температур — ниже 17 °С, тогда как TRPM8 является ионным каналом, активируемым холодом в диапазоне температур 8–28 °С [51, 56]. Установлено, что на одном и том же участке тела разные люди могут иметь неодинаковое количество чувствительных холодовых рецепторов [20].

Возбуждение холодовых рецепторов приводит к активации центров терморегуляции, что, в свою очередь, активизирует эрготропную активность симпатической нервной системы.

Благодаря социальным средствам защиты значение холодового фактора, как ведущего в условиях Севера, применительно к человеку значительно уменьшено. Вместе с тем для контингента, работающего на открытом воздухе в зимний период времени, холодовой фактор по-прежнему сохраняет ведущую роль [11, 29, 32, 43]. В руководстве по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса [33] класс условий труда при работах на открытой территории для холодного периода года имеет три градации (при отсутствии регламентированных перерывов на обогрев): допустимый ($-15,1$ °С), вредный ($-17,3...-27,5$ °С) и опасный (экстремальный) (ниже $-27,5$ °С). Если предусмотрены регламентированные перерывы на обогрев (не более чем через 2 часа пребывания на открытой площадке), то класс условий труда также имеет три градации: допустимый ($-18,1$ °С), вредный ($-21,3...-35,5$ °С) и опасный (экстремальный) (ниже $-35,5$ °С).

Другим фактором природной среды, в такой же мере характерным для высоких широт, как и холод, является низкое абсолютное содержание водяных паров в атмосфере [8]. На Севере относительная влажность вследствие низких температур во все времена года высока — 65–95 %, но абсолютное содержание влаги в воздухе при низких отрицательных температурах в соответствии с законами физики ничтожно мало, так как низкие температуры обуславливают малое содержание влаги в атмосфере — в среднем $1-3$ г/м³ [13]. Для сравнения: результаты исследований, выполненных в ФНЦ «Институт гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана» Б. В. Устюшиным [40], позволили автору определить

физиологически оптимальную и допустимую величину абсолютной влажности для вдыхаемого воздуха — 9,6 и 5,7 г/м³ соответственно.

Как считает Б. А. Скрипаль с соавторами [34], организм человека, в частности его дыхательная система, реагирует только на абсолютное содержание влаги в воздухе, а не на относительную влажность, которая характеризует степень насыщения воздуха водяным паром. Местное воздействие холодного воздуха на слизистую оболочку верхних дыхательных путей, трахеи и бронхиального дерева вызывает значительную потерю тепла и влаги, идущих на согревание и увлажнение вдыхаемого воздуха. В районах холодного климата низкая абсолютная влажность характерна не только для открытого пространства, но и для жилых, служебных и производственных помещений, то есть сухость воздуха является постоянным фактором среды обитания.

Число дней с относительной влажностью 50 % и менее характеризует комфортные условия погоды. Таких дней на северных территориях очень мало, тогда как 80–90 % от их числа протекает с высокой относительной влажностью. Особое значение приобретает высокая относительная влажность воздуха в сочетании с низкой температурой при значительной скорости движения воздуха. Ветер существенно усиливает охлаждение организма, к примеру, при скорости ветра 20 м/с эффективная температура будет на 50 °С ниже в сравнении с безветрием [46]. Именно поэтому ветер играет особенно заметную роль как вредный фактор при работе на открытом воздухе. Чем выше относительная влажность и скорость ветра, тем более выражен охлаждающий эффект.

По расчетам И. А. Арнольди с соавторами [4], каждая единица скорости ветра (м/с) условно приравнивается к понижению температуры воздуха на два градуса. Также ветер существенно затрудняет дыхание и увеличивает физические нагрузки при передвижении, способствует появлению определенных эмоций, таких как повышение возбудимости ЦНС, головные боли, ощущение тревоги и тоски за счет непрерывного звукового эффекта, сопровождающего ветер [30].

Северные регионы характеризуются не только высокими перепадами температуры и влажности, но и частыми колебаниями атмосферного давления, достигающими абсолютной амплитуды зимой 70–80 гПа и летом 40–60 гПа при скорости падения 2,7–5,3 гПа/ч, что в 8–10 раз превышает пороговые значения, на которые больные с сердечно-сосудистой патологией отвечают ухудшением здоровья [3, 12]. Резкие колебания атмосферного давления можно объяснить расположением северных территорий на пути ежегодного прохождения циклонов преимущественно со стороны Атлантического океана и антициклонов со стороны полярного бассейна [5].

Циклоны приносят с собой пасмурную погоду с осадками — прохладную летом и теплую зимой. Про-

хождение циклонов часто сопровождается сильными ветрами, максимальные скорости которых в январе — апреле 35–40 м/с, в мае — сентября 16–18 м/с, в октябре — декабре 20–30 м/с, при этом всего за год отмечается от 106 до 112 дней с сильными ветрами 15 м/с и более [5]. По мнению И. С. Кандрора [17], допустимой для человека является скорость ветра 5–6 м/с.

Изменение атмосферного давления обуславливает большие суточные колебания парциальной плотности кислорода (ППК), под которой понимается реальное количество молекул кислорода во вдыхаемом воздухе [27]. Несмотря на то, что процентное содержание кислорода на Севере даже несколько выше, чем в умеренных широтах (20,99 и 20,44 % соответственно), изменение метеорологических условий оказывает влияние на величину ППК. Плотность кислорода падает при повышении температуры и влажности, что особенно выражено при прохождении циклонов и теплых фронтов на Севере европейской части России. С точки зрения А. П. Милованова [25], на Севере высокоамплитудные колебания плотности атмосферного кислорода должны вызывать такие же значительные и, главное, очень быстрые флюктуации парциального давления и плотности кислорода внутри альвеол при дыхании.

Среди климатических факторов, действующих на организм человека в условиях высоких широт, наиболее специфичными как по их физической природе, так и по вызываемым ими биологическим последствиям следует считать космические и геомагнитные возмущения [15, 16, 26]. Действительно, благодаря своеобразному строению магнитосферы Земли районы Севера значительно более пронизываемы для рентгеновских и гамма-лучей, радиоволн высокой и низкой частоты, электронов, протонов, нейтронов, ионов тяжелых элементов, которые все в совокупности создают здесь наиболее интенсивные электромагнитные поля [3, 19, 24], напряженность которых значительно повышается с увеличением географической широты [9].

Север известен также как зона наиболее значительных сдвигов в атмосфере при повышенной активности солнца. Повышение активности солнца сопровождается интенсивным излучением электромагнитных волн и выбросом заряженных частиц [48, 55]. Высокие широты отличаются частыми непериодическими геомагнитными возмущениями, которые могут достигать сотен и даже тысяч гамм и продолжаться от нескольких минут до многих часов, оказывая при этом неблагоприятное воздействие на организм человека [24].

Установлено, что при воздействии постоянных и переменных электромагнитных полей на молекулы белков системы тканевого дыхания или цепи электронного транспорта — цитохромы, цитохромоксидазу, железосернистые белки — изменяется скорость переноса электронов по дыхательной цепи [14], а значит,

страдает уровень синтеза АТФ, за которым следует сложный каскад физиологических откликов [7]. Некоторые исследователи придают большое значение внутри- и внеклеточной воде в развитии биотропного действия геомагнитного поля [18].

Возмущение геомагнитного поля Земли изменяет суточную ритмику физиологических функций, скорость кровотока и экскрецию адреналина [26], усиливает реакцию перекисного окисления липидов в тканях и угнетает дыхание в митохондриях [22]. Происходит нарушение липидного обмена и свободнорадикального окисления [16, 22], установлен факт функционального разобщения структур головного мозга человека по параметрам ЭЭГ [35] и зависимость тромбоэластографических показателей у здоровых лиц от состояния геомагнитного поля [28]. Во время геомагнитных бурь и при усилении импульсного электромагнитного поля естественного происхождения снижаются показатели жизненной емкости легких и пневмотахометрии, смещается акрофаза частоты дыхания, у больных с хроническими неспецифическими заболеваниями легких уменьшается систолическое давление [24, 41]. Наиболее частые объяснения магнитобиологических эффектов обычно сводятся к следующим группам явлений: 1) существование в биосредах свободных радикалов, взаимодействующих с магнитным полем; 2) изменение скорости или механизма процесса диффузии, в частности, через клеточную мембрану; 3) полупроводниковые эффекты в молекулах ДНК и белков в магнитном поле; 4) изменение ротационной поляризации молекул, обладающих активным центром; 5) изменение валентных углов связи в парамагнитных молекулах [14].

Ведущую роль в формировании климата играет солнечная активность. С изменением высоты стояния солнца над горизонтом меняется и спектральный состав прямой солнечной радиации. Высота стояния солнца над горизонтом в 20° является предельной для использования ультрафиолетовых лучей в терапевтических целях. Территория северных регионов относится к зоне повышенного ультрафиолетового (УФ) дефицита. Недостаток УФ-радиации наиболее ощущается в периоде биологических сумерек, когда преобладает рассеянная УФ-радиация. Если суммарная УФ-радиация в области В (часть наиболее биологически активной радиации в УФ-потоке) отсутствует даже в околополуденные часы, наступает период «биологической тьмы» [21]. Продолжительность «ультрафиолетового голодания» зависит от географической широты и составляет, например, для г. Архангельска 96 дней в году (с 20 октября по 22 февраля). Установлена выраженная обратная корреляционная зависимость между продолжительностью светового дня и состоянием энергообеспеченности клетки человеческого организма [37]. В работах Ю. В. Куликова и Л. Б. Ким [22] продемонстрирована зависимость показателей внешнего дыхания и красной крови от различных периодов светового режима. Так, период полярной ночи характеризуется

усилением эритропоэза, увеличением объема легочной вентиляции в сравнении с полярным днем.

Присутствие в воздухе северных регионов электрических частиц — ионов обуславливает электрические явления в атмосфере. Установлено, что точкой приложения действия объемных зарядов являются верхние дыхательные пути. Особенно благоприятное воздействие на организм оказывают отрицательные аэроионы, а неблагоприятное — положительные [44].

Таким образом, сочетание колебаний температуры и атмосферного давления, высокой относительной и низкой абсолютной влажности, жесткого ветрового режима, значительных изменений солнечной активности, своеобразие поведения магнитных полей, резкой фотопериодичности и выраженного УФ-дефицита обуславливают особую структуру климата северных регионов. По совокупности климатических характеристик и с учетом общеприродного действия указанных факторов, их сочетания и степени выраженности территории Севера в целом могут быть отнесены к зоне дискомфортных природно-климатических условий проживания с элементами выраженной экстремальности по ряду параметров, которые предъявляют повышенные требования к функциональным системам организма человека.

Список литературы [References]

1. *Avtsyn A. P., Milovanov A. P.* Stadiya adaptatsii legkikh cheloveka v usloviyakh Krainego Severa [Phase of human lungs adaptation in the Far North conditions] // *Fiziologiya cheloveka*. 1985. N 3. S. 389–399. [in Russian]
2. *Agadzhanian N. A., Notova S. V.* Stress, fiziologicheskie aspekty adaptatsii, puti korrektsii [Stress, physiological aspects of adaptation, ways of correction]. Orenburg : IPK GOU OGU, 2009. S. 18–57. [in Russian]
3. *Andronova T. I., Deryapa N. R., Solomatin A. P.* Geleometeorotropnye reaktsii zdorovogo i bol'nogo cheloveka [Helio meteorotropic reactions of healthy and sick persons]. M. : Meditsina, 1982. 215 s. [in Russian]
4. *Arnol'di I. A.* Akklimatizatsiya cheloveka na Severe [Human acclimatization in the North]. M. : Meditsina, 1962. 72 s. [in Russian]
5. *Baranova L. I.* Rezhim uvlazhneniya [Moisture regime] // *Klimat Arkhangelska. L.*, 1982. S. 77–105. [in Russian]
6. *Bocharov M. I.* Fiziologicheskie problemy zashchity cheloveka ot kholoda [Physiological problems of cold protection of man]. Syktyvkar, 2004. 40 s. (Nauch. dokl. : ser. preprintov, N 34–04). [in Russian]
7. *Burykin Yu. G.* Sistemnyi analiz sostoyaniya biologicheskikh dinamicheskikh sistem v usloviyakh deistviya slabyykh elektromagnitnykh polei [System analysis of state of biological dynamic systems in conditions of low electromagnetic fields action] : avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Surgut, 2009. 23 s. [in Russian]
8. *Velichkovskii B. T.* Molekulyarnye mekhanizmy narusheniya gazoobmennoi funktsii legkikh na Krainem Severe [Molecular mechanisms of lung gas exchange function disorder in the Far North] // *Pul'monologiya*. 2005. N 4. S. 61–64. [in Russian]
9. *Gibson E.* Spokoinoe solntse [Quiet Sun]. M. : Meditsina, 1977. 408 s. [in Russian]

10. Grishin O. V., Ustyuzhaninova O. V. Osobennosti energeticheskogo obmena u severyan [Energy Exchange in northern residents] // Dykhanie na Severe. Funktsiya. Struktura. Rezervy. Patologiya. Novosibirsk, 2006. S. 98–104. [in Russian]
11. Gudkov A. B., Popova O. N. Vneshnee dykhanie cheloveka na Evropeiskom Severe [Human external respiration in the European North]: monografiya. Arkhangelsk : Izd-vo Severnogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta, 2009. 236 s. [in Russian]
12. Danishevskii G. M. Patologiya cheloveka i profilaktika zabolevaniy na Severe [Human pathology and disease prevention in the North]. M. : Meditsina, 1968. 412 s. [in Russian]
13. Dedenko I. I., Borisenkova R. V., Ustyushin B. V. K voprosu o vzaimosvyazi funktsional'nykh izmenenii i sostoyaniya zdorov'ya s faktorami klimata Krainogo Severa (obzor) [Interrelation of functional changes and health state with the Far North climate factors (Review)] // Gigiena i sanitariya. 1990. N 7. S. 4–9. [in Russian]
14. Zhukovskii A. P., Petrov L. N., Rounov N. V. Biofizicheskii mekhanizm vozdeistviya magnitnogo polya na zhivye organizmy [Biophysical mechanism of magnetic field effect on living organisms] // Problemy okhrany zdorov'ya i sotsial'nye aspekty osvoeniya gazovykh i neftyanykh mestorozhdenii v Arkticheskikh regionakh. Nadya, 1995. S. 46. [in Russian]
15. Zenchenko T. A., Tsandekov P. A., Grigor'ev P. E. Issledovanie kharaktera svyazei fiziologicheskikh i psikhofiziologicheskikh pokazatelei organizma s meteorologicheskimi i geomagnitnymi faktorami [Study of character of connections of organisms' psychological and psychophysiological indices with meteorological and geomagnetic factors] // Geofizicheskie protsessy i biosfera. 2008. N 3. S. 25–36. [in Russian]
16. Kaznacheev V. P. Mekhanizmy adaptatsii cheloveka v usloviyakh vysokikh shirot [Human adaptation mechanisms in high latitudes conditions]. L. : Meditsina, 1980. 200 s. [in Russian]
17. Kandror I. S. Ocherki po fiziologii i gigiene cheloveka na Krainem Severe [Essays in human physiology and hygiene in the Far North]. M.: Meditsina, 1968. 280 s. [in Russian]
18. Kislovskii L. D. O vozmozhnom molekulyarnom mekhanizme vliyaniya solnechnoi aktivnosti na protsessy v biosfere [Possible molecular mechanism of solar activity effect on biospheric processes] // Vliyanie solnechnoi aktivnosti na atmosferu i biosferu Zemli. M., 1974. S. 147–164. [in Russian]
19. Kovalev I. V. Problemy razvitiya Severa i zdorov'ya naseleniya [Problems of development of the North and population health]. M. : Trovant, 2000. S. 6–13. [in Russian]
20. Kozyreva T. V., Tkachensko E. Ya., Potova T. Ya. i dr. Svyaz' odnonukleotidnogo polimorfizma rs 11562975 gena termochuvstvitel'nogo ionnogo kanala TRPM 8 s chuvstvitel'nost'yu cheloveka k kholodu i mentolu [Connection of single nucleotide polymorphism rs 11562975 of gen of thermally sensitive ion channel TRPM 8 with human cold and menthol sensitivity] // Fiziologiya cheloveka. 2011. T. 37, N 2. S. 71–76. [in Russian]
21. Krichagin V. I. Normirovanie UF-luchei, primenyaemykh v profilakticheskikh tselyakh. UF-izlucheniya [Regulation of UV rays used for prevention. UV radiation]. M., 1958. S. 208–213. [in Russian]
22. Kulikov V. Yu., Kim L. B. Kislorodnyi rezhim pri adaptatsii cheloveka na Krainem Severe [Oxygen regime in human adaptation in the Far North]. Novosibirsk : Nauka, 1987. 159 s. [in Russian]
23. Marachev A. G. Tsirkumpolyarnyi gipoksicheskiy sindrom i ego diagnosticheskie kriterii [Circumpolar hypoxic syndrome and its diagnostic criteria] // Regional'nye osobennosti zdorov'ya zhitelei Zapolyar'ya. Novosibirsk, 1983. S. 98–102. [in Russian]
24. Mizun Yu. G. Vliyanie geliofizicheskikh faktorov na organizm cheloveka v usloviyakh krainego Severa [Impact of geophysical factors on human body in the Far North conditions] // Ekologiya cheloveka [Human Ecology]. 1995. N 1. S. 42–49. [in Russian]
25. Milovanov A. P. Adaptatsiya malogo kruga krovoobrashcheniya cheloveka v usloviyakh Severa [Adaptation of human pulmonary circulation in northern conditions]. Novosibirsk, 1981. 170 s. [in Russian]
26. Neverova N. P., Pashchenko V. P. Opyt i strategii issledovaniy po problemam Evropeiskogo Severa Rossii v AGMI-AGMA-SGMU [Experience and Strategic Research of Problems of European Russia at Northern State Medical University] // Ekologiya cheloveka [Human Ecology]. 2011. N 6. S. 5–11. [in Russian]
27. Ovcharova V. F. Meditsinskaya interpretatsiya sinopticheskikh i meteorologicheskikh faktorov na zhiznedeystel'nost' organizma [Medical interpretation of synoptic and meteorological factors impact on body's vital activity] // Vliyanie geofizicheskikh i meteorologicheskikh faktorov na zhiznedeystel'nost' organizma. Novosibirsk, 1978. S. 33–44. [in Russian]
28. Omarova K. P., Sundetov Zh. S., Kosenov K. I. Zavisimost' tromboelastograficheskikh pokazatelei u zdorovykh lits ot sostoyaniya geomagnitnogo polya [Dependence of thrombelastographic indices in healthy persons on geomagnetic field state] // Fiziologiya cheloveka. 1985. T. 11, N 6. S. 1035–1036. [in Russian]
29. Orlov G. A. Khronicheskoe porazhenie kholodom [Chronic cold damage]. L. : Meditsina, 1978. 168 s. [in Russian]
30. Paleev N. R. O vliyaniy klimata Arktiki i Antarktiki na serdechno-sosudistuyu sistemu [Impact of Arctic and Antarctic climate on the cardiovascular system] // Terapevt. arkh. 1959. T. 31, N 11. S. 17–22. [in Russian]
31. Pashchenko V. P. Sever i vashe zdorov'e [The North and your health]. Arkhangelsk, 1979. 159 s. [in Russian]
32. Popova O. N. Kholodovaya reaktivnost' sistemy vneshnego dykhaniya u zhitelei Evropeiskogo Severa [Cold reactivity of external respiration system in the European North residents] // Vestnik Pomorskogo universiteta. 2006. N 2(10). S. 25–31. [in Russian]
33. Rukovodstvo po gigienicheskoi otsenke faktorov rabochei sredy i trudovogo protsessa. Kriterii i klassifikatsiya uslovii truda [Guide in hygienic assessment of working environment and working process factors. Criteria and classification of working conditions] (Rukovodstvo R.2.2.2006-05). [in Russian]
34. Skripal' B. A., Stolbun B. M., Ustyushin B. V. Rannaya diagnostika i profilaktika serdechno-sosudistoi patologii u rabotayushchikh na Krainem Severe. [Early diagnosis and prevention of cardiovascular pathology in persons working in the Far North] Apatity : Kirovskii rabochii. 1992. 168 s. [in Russian]
35. Suvorov N. B. Nervno-sistemnye reaktsii organizma na fizicheskie faktory vneshnei sredy [Body's nervous-system reactions to outside environment's physical factors] : avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk. SPb., 1993. 44 s. [in Russian]

36. *Tarkhanov S. N., Prozherina N. A., Kononov V. N.* Lesnye ekosistemy basseina Severnoi Dviny v usloviyakh atmosfernogo zagryazneniya: diagnostika sostoyaniya [Forest ecosystems of the Northern Dvina river basin in conditions of atmospheric pollution: status diagnosis]. Yekaterinburg : UrO RAN, 2004. 250 s. [in Russian]

37. *Ternovskii L. N., Ternovskaya V. A.* Vozmozhnye mekhanizmy patogennosti vidimogo sveta [Possible mechanisms of visual light pathogenicity] // 60 let gigienicheskoi nauki na Severe: ot gigieny okruzhayushchei sredy k meditsinskoi ekologii. Arkhangelsk, 1995. S. 79–80. [in Russian]

38. *Tkachev A. V., Dobrodeeva L. K., Bichkaeva F. A.* Osobennosti zdorov'ya cheloveka na Severe [Peculiarities of human health in the North] // Sever kak ob"ekt kompleksnykh regional'nykh issledovaniy. Syktyvkar, 2005. S. 151–177. [in Russian]

39. *Turchinskii V. I.* Klassifikatsiya osnovnykh faktorov Krainego Severa, okazyvayushchikh vliyaniye na protsess adaptatsii i zdorov'e prishlogo cheloveka [Classification of the Far North main factors effecting adaptation processes and health of endemic people] // Osnovnye aspekty geograficheskoi patologii na Krainem Severe. Norilsk, 1976. S. 46–48. [in Russian]

40. *Ustyushin B. V.* Fiziologo-gigienicheskie aspekty truda cheloveka na otkrytykh territoriyakh Krainego Severa [Physiological-hygienic aspects of human performance in the Far North open territories] : avtoref. dis. ... d-ra med. nauk. M., 1991. 38 s. [in Russian]

41. *Khasnulin V. I., Khasnulina A. V., Chechetkina I. I.* Severnyi stress, formirovaniye arterial'noi gipertenzii na Severe, podkhody k profilaktike i lecheniyu [The northern stress, arterial hypertension in the North, approach to prophylaxis and treatment] // Ekologiya cheloveka [Human Ecology]. 2009. N 6. S. 26–30. [in Russian]

42. *Tseluiko S. S., Dorovskikh V. A.* Ekologicheskaya patomorfologiya legkikh i krioprotektory v usloviyakh Severa [Ecological pathomorphology of the lungs and cryoprotectors in northern conditions] // Ekologo-fiziologicheskie problemy adaptatsii. M., 1994. S. 289–299. [in Russian]

43. *Chashchin V. P., Dedenko I. I.* Trud i zdorov'e cheloveka na Severe [Work and human health in the North]. Murmansk, 1990. 104 s. [in Russian]

44. *Chizhevskii A. L.* Aeroiony i zhizn'. Besedy s Tsiolkovskim [Air ions and life. Conversations with Tsiolkovsky]. M. : Mysl', 1999. 716 s. [in Russian]

45. Airway reactivity to cold air and hyperpnoea in normal man and in asthma E. C. Deal [et al.] Am. Rev. Resp. Dis. 1980, vol. 121, pp. 621–628.

46. *Anttonen H., Hiltunen E.* Wind and cold have a joint effect on cooling Barents. 1998, vol. 1(3), pp. 90–92.

47. *Blix M.* Experimentelle beitrage zur losung der frage uber die spezifische energie der hautnerven. J Zool. Biol. 1984, vol. 20, 141 p.

48. *Dimitrova S., Stoilova I.* Human physiological reaction to geomagnetic disturbances of solar origin. ESA SP-506. 2002, vol. 1, pp. 129–132.

49. *Jordt S. E., McKemy D. D., Julius D.* Lessons from peppers and peppermint: the molecular logic of thermosensation. Curr. Opin. Neurobiol. 2003, vol. 4, 487 p.

50. *Kenshalo D. R.* Cutaneous temperature sensitivity / D. R. Kenshalo // Foundation of sensory science. Eds. Dawson W. W., Enock J. M. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo: Springer-Verlag, 1984, 419 p.

51. *McKemy D.* How cold is it? TRPM8 and TRPA1 in the molecular logic of cold. Molecular Pain. 2005, vol.1, p. 16.

52. *Pasche A.* Occupational health in the fish processing industry - an activity to improve the work environment by preventing cold exposures. Barents. 2001, vol. 4(1), pp.12–14.

53. *Rintamaki H.* Human performance in cold. Barents. 1998, vol. 1(3), pp. 84–85.

54. *Risikko T., Makinen T., Hassi I.* Assessment and management of cold risks in construction industry. Barents. 2001, vol. 4(1), pp. 18–20.

55. *Shea M. A., Smart D. F.* Preliminary study of cosmic rays, geomagnetic field changes and possible climate changes. Adv. Space Res. 2004, vol. 34, pp. 420–425.

56. *Voets T., Droogmans G., Wissenbach U., et al.* The principle of temperature-dependent gating in cold- and heat-sensitive TRP channels. Nature. 2004, vol. 430, pp. 748.

ECOLOGICAL-PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTIC OF NORTHERN CLIMATIC FACTORS LITERATURE REVIEW

A. B. Gudkov, O. N. Popova, *N. B. Lukmanova

Northern State Medical University,
*Northern (Arctic) Federal University
named after M. V. Lomonosov, Arkhangelsk

Literary information on the ecological-physiological characteristic of the leading northern climatic factors has been analyzed. The combination of fluctuations of temperature and atmospheric pressure, high relative and low absolute humidity, strict wind regime, significant changes of solar activity, diversity of magnetic fields behavior, sharp photoperiodicity and pronounced UV-deficit cause a special structure of the northern regions' climate. Per totality of climatic characteristics and taking into account the general biological effect of these factors, their combinations and the degree of manifestation, the territories of the North as a whole can be referred to the zone of uncomfortable natural-climatic living conditions with the elements of manifested extremeness of a number of parameters placing exclusive demands to human body functional systems.

Keywords: North, climatic factors, ecological-physiological characteristic

Контактная информация:

Гудков Андрей Борисович — доктор медицинских наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, директор института гигиены и экологии человека Северного государственного медицинского университета

Адрес: 163000, г. Архангельск, пр. Троицкий, д. 51

Тел. (8182) 21-50-93

E-mail: gudkovab@nsmu.ru