

Значение влияния климатических факторов на организм человека при медико-экологической оценке рекреации

Снежана Николаевна Федорова

Сибирская академия права, экономики и управления, Российская Федерация

664009, г. Иркутск, ул. Советская, 198-11

Аспирант

E-mail: sneskkov@rambler.ru

Аннотация. Влияние климата на организм человека складывается из разнообразных воздействий факторов внешней среды, составляющих весьма сложный климатический комплекс.

Климатические факторы в отличие от многих других воздействий являются естественными раздражителями для организма человека. В процессе эволюции человек приспосабливался к воздействиям внешней среды, при этом в организме вырабатывались различные регуляторные механизмы, связанные с этими влияниями. Только благодаря взаимодействию с внешней средой, постоянно потребляя кислород воздуха, подвергаясь воздействию солнечной радиации, которая влияет на различные биохимические процессы организма, поглощая из окружающей среды необходимые вещества, приспосабливаясь к изменяющимся климатическим условиям, человек может нормально существовать и развиваться.

Широкий арсенал климатических воздействий ведет, с одной стороны, к развитию общих реакций, а с другой — к выявлению на их фоне специфических сдвигов, характерных для отдельных климатических факторов. Эти две стороны климатических влияний находятся в единстве и вызывают многообразные ответные реакции организма. Анализ таких реакций важен в климатолечении и обоснованно необходим при медико-экологической оценке рекреации.

Ключевые слова: климатические факторы; рекреация; медико-климатические условия; медико-климатическая оценка; инсоляция; гипобария; гипербария; гипоксия; термический режим; жесткость погоды; комфортность погоды.

Введение. Природа позаботилась о том, чтобы приспособить человеческий организм к окружающей среде и колебаниям ее условий — периодическим (на протяжении суток, сезонов года) и эпизодическим (возникающим время от времени без какой-либо закономерности). Каждый человек обладает определенным "запасом прочности", то есть способностью безболезненно переносить до определенных пределов изменения температуры и влажности воздуха, атмосферного давления, интенсивности солнечного облучения, ветрового режима, газового состава воздуха, и т. д.

Однако запас прочности у разных людей далеко не одинаков: он зависит от пола, возраста, состояния здоровья, тренированности и других факторов.

Материалы и методы. Источниками для написания данной статьи стали исследования в области влияния различных метеофакторов на организм человека, изложенные в открытых ресурсах. Автором собраны, проанализированы и систематизированы многочисленные методики расчетов показателей тех или иных климатических факторов, предложены ключевые формулы расчета этих показателей и даны характеристики воздействия их на организм человека. В работе дана оценка воздействию низких и высоких температур, используя показатели: эффективная (ЭТ) и эквивалентно-эффективная (ЭЭТ) температура, нормальная эффективно-эквивалентная температура (НЭЭТ); учитывая закономерность Арнольди при оценке дискомфорта и «индекс суровости» Бодмана. Изложенный материал важен для определения условий комфортности климата на той или иной территории с целью грамотной рекреационной оценки этой территории и эффективного подхода к проектированию рекреационной инфраструктуры на ней.

Основным критерием комфортности климата является тепловое состояние человека, которое регулируется теплообменом человека с окружающей средой. Терморегуляция организма зависит от различных сочетаний температуры и влажности воздуха, скорости ветра, и интенсивности солнечной радиации. В физиологии считается, что самыми благоприятными

условиями для существования человека, когда он чувствует себя комфортно, является диапазон температуры от 18 до 23 градусов, влажности от 50 до 70 % и скорости ветра до 5 м/с.

Обратимся к определению термического режима. Он характеризует продолжительность различных периодов: безморозного, благоприятного для летней рекреации, благоприятного для зимней рекреации и купального. Благоприятным для зимней рекреации периодом считают время, когда устанавливается среднесуточная температура на уровне -5°C , но не ниже -25°C ; при этом возможны все виды зимней рекреации. Благоприятный для летней рекреации период определяется числом дней со среднесуточной температурой выше 15°C , при этом возможны все виды летней рекреации. Продолжительность купального периода соответствует числу дней с температурой воды выше 17°C .

Вопросам оценки воздействия низких и высоких температур и других метеопараметров посвящены многочисленные исследования. Для оценки влияния метеословесных на организм человека летом широко используется показатель НЭЭТ или нормальная эффективно-эквивалентная температура [1].

Это важнейшая характеристика комфортности погоды, определяющая совместное воздействие на организм человека нескольких метеопараметров: температуры воздуха, влажности и скорости ветра.

Рассчитывается НЭЭТ в градусах. Соответственно теплоощущение в летний период делится:

- холодное – НЭЭТ $< 8^{\circ}$;
- прохладное – НЭЭТ $8-16^{\circ}$;
- комфортное – НЭЭТ $17-22^{\circ}$;
- перегрев – НЭЭТ $> 22^{\circ}$.

В современных методиках расчёта комфортности погоды пользуются эффективными (ЭТ) и эквивалентно - эффективными (ЭЭТ) температурами. Эффективная температура (ЭТ) рассчитывается по формуле Миссенарда [2]. Эффективная температура рассчитывается как без учета ветра ($ЭТ_1$), так и с учетом ($ЭТ_2$) по формулам:

$$ЭТ_1 = T_a - 0,4 (T_a - 10) (1 - \varphi / 100) \quad (1);$$

$$ЭТ_2 = 37 - (37 - T_a) \cdot (0,68 - 0,0024 \cdot \varphi + 1 / (1,78 + 1,4 v^{0,75})) - 0,29 T_a (1 - \varphi / 100) \quad (2),$$

где T_a – температура сухого термометра, $^{\circ}\text{C}$, φ – относительная влажность, %, v – скорость ветра, м/с.

Формула для расчета $ЭТ_2$ была уточнена Тунеголовцем В.П. [3], так как расчет по ней не обеспечивает равенства $ЭТ_2 = T_a$ при отсутствии ветра и относительной влажности воздуха 100 %.

На основании ряда исследований установлены пределы ЭЭТ, характеризующие зоны различного теплоощущения человека, уточненные клинико-физиологическими наблюдениями над абсолютными величинами теплопотерь организма при различных метеорологических условиях. Продолжительность периода с комфортными условиями теплоощущения определяет биоклиматические особенности регионов, обуславливает особенности проектирования терренкуров и климатосооружений.

Кроме того, ценность ЭТ как биоклиматического показателя (независимо от того, как ЭТ рассчитывалась – с учетом или без учета скорости ветра) состоит в том, что ее можно использовать не только при оценке тепловой нагрузки, но и в условиях холода.

Оценка дискомфорта, возникающего вследствие влияния холода, производится обычно по формулам, представляющим собой функции температуры воздуха и скорости ветра.

Так, Арнольди И.А. в результате экспедиционных исследований установил, что при оценке «суровости погоды» каждый метр увеличения скорости ветра условно приравнивается к снижению температуры окружающей среды на 2°C [4].

В рекреационных целях проводят оценку погодных условий той или иной территории по «индексу суровости» Бодмана [5]. Расчет жесткости погоды в зимний период проводят по формуле Бодмана:

$$S = (1 - 0,04 T_a) (1 + 0,27 v) \quad (3)$$

Из формулы Бодмана следует, что при $T_a = -24^{\circ}\text{C}$ и $v = 0$ увеличение скорости ветра на 1 м/с эквивалентно понижению температуры на $2,8^{\circ}\text{C}$. А при $T_a = -24,0^{\circ}\text{C}$ и $v = 10$ м/с увеличение скорости ветра на 1 м/с равнозначно понижению температуры на $3,4^{\circ}\text{C}$. В соответствии со значениями индекса (S) определяют жесткость погоды:

- $S < 1$ – мягкая;
- $S = 1 - 2$ – мало-суровая;
- $S = 2 - 3$ – умеренно-суровая;

- $S = 3 - 4$ – суровая;
 $S = 4 - 5$ – очень суровая;
 $S = 5 - 6$ – жестко-суровая;
 $S > 6$ – чрезвычайно-суровая.

Жесткость погоды, определенная по формуле Бодмана, характеризует климат по восприятию его человеком. Несмотря на низкую температуру воздуха в Якутске, Верхоянске (полюс холода), жесткость погоды в этих районах около 5 единиц ($T_a = -60.2$ °C, $v = 2$ м/с, $S = 5.2$). На тихоокеанском побережье при температуре воздуха всего лишь -20 °C и -24 °C жесткость погоды больше, чем в Восточной Сибири. Так, в г. Владивостоке при температуре -23.6 °C и скорости ветра 13.5 м/с жесткость погоды почти в два раза выше ($S=9.0$), чем в Верхоянске.

Жесткость погоды может также характеризовать ветро-холодовой индекс, то есть способ измерения субъективного ощущения человека при одновременном воздействии на него мороза и ветра. Иными словами на морозе при ветре всегда холоднее, чем просто на морозе. И вот эти субъективные ощущения ученые, исследователи Антарктиды Пол Сайпл (PaulAllmanSiple) и Чарльз Пассел (CharlesPassel) сумели выразить в виде формулы[6]:

$$\text{ВИО}_{\text{СП}} = 0.0548(100 v + 10.45 - v^{2.378})(33 - T_a) \quad (4),$$

где: $\text{ВИО}_{\text{СП}}$ – скорость охлаждения под влиянием ветра, ккал/(м²ч).

Ветрохолодовой индекс определен только для температур не выше 10 °C и скоростей ветра больше 4.8 километров в час (больше 1.3 метров в секунду). Формула выводит ветрохолодовой индекс для заданной температуры и скорости ветра, а также строит график зависимости от скорости ветра – значения ветрохолодового индекса для заданной температуры и скорости ветра, меняющейся в диапазоне от 2 до 35 метров в секунду. Таким образом, можно увидеть, как скорость ветра влияет на восприятие температуры.

В отечественной практике оценка дискомфорта, возникающего вследствие влияния холода и ветрового воздействия, производится обычно по формуле, предложенной в работах В. Н. Адаменко и К. Хайруллина [7]:

$$T_{\text{пр}} = T_a - 8.2 v^{0.5} \quad (5)$$

Для оценки физиологического комфорта В.П. Туноголовцем предложен индекс, содержащий оценку частоты наступления за год экстремальных метеорологических условий, представляющих опасность для здоровья человека. В качестве опасных для здоровья человека условий погоды приняты: перепады атмосферного давления (ΔP – более 10 гПа/ч – удвоенное значение особо неблагоприятных перепадов давления по медицинской типизации, сочетание высоких температур воздуха и высокой влажности (эквивалентная температура $\text{Э}T_2$ более 27°C – умеренные и высокие тепловые нагрузки, приводящие к полной потере работоспособности человека умеренных широт), сочетание низких температур и сильного ветра (эквивалентная температура $\text{Э}T_2$ менее -55 °C – возрастающая угроза обморожения).

Обсуждение. И так, рассмотренные выше параметры микроклимата, и их изменения оказывают непосредственное влияние на тепловое самочувствие человека и его работоспособность. Например, понижение температуры и повышение скорости воздуха способствуют усилению конвективного теплообмена и процесса теплоотдачи при испарении пота, что может привести к переохлаждению организма. Повышение скорости воздуха ухудшает самочувствие, так как способствует усилению конвективного теплообмена и процессу теплоотдачи при испарении пота. При повышении температуры воздуха возникают обратные явления. Исследователями установлено, что при температуре воздуха более 30°C работоспособность человека начинает падать.

Переносимость человеком температуры, как и его тепловое ощущение, в значительной мере зависит и от влажности. Чем больше относительная влажность, тем меньше испаряется пота в единицу времени и тем быстрее наступает перегрев тела. Особенно неблагоприятное воздействие на тепловое самочувствие человека оказывает высокая влажность при температуре окружающей среды $t_{oc} > 30$ °C, так как при этом почти все выделяемая теплота отдается в окружающую среду при испарении пота. При повышении влажности пот не испаряется, а стекает каплями с поверхности кожного покрова. Возникает так называемое проливное течение пота, изнуряющее организм и не обеспечивающее необходимую теплоотдачу [8].

Недостаточная влажность воздуха также может оказаться неблагоприятной для человека вследствие интенсивного испарения влаги со слизистых оболочек, их пересыхания и растрескивания, а затем и загрязнения болезнетворными микроорганизмами. Поэтому

при длительном пребывании людей в закрытых помещениях рекомендуется ограничиваться относительной влажностью в пределах 30...70 %.

Вопреки установившемуся мнению, величина потовыделения мало зависит от недостатка воды в организме или от чрезмерного ее потребления. У человека, работающего в течение 3 часов без питья, образуется только на 8 % меньше пота, чем при полном возмещении потерянной влаги. При потреблении воды вдвое больше потерянного количества наблюдается увеличение потовыделения всего на 6 % по сравнению со случаем, когда вода возмещалась на 100 %. Считается допустимым для человека снижение его массы на 2...3 % путем испарения влаги — обезвоживание организма. Обезвоживание на 6 % влечет за собой нарушение умственной деятельности, снижение остроты зрения; испарение влаги на 15...20 % приводит к смертельному исходу.

Вместе с потом организм теряет значительное количество минеральных солей (до 1 %, в том числе 0,4...0,6 NaCl). Потеря соли лишает кровь способности удерживать воду и приводит к нарушению деятельности сердечно-сосудистой системы. При высокой температуре воздуха легко расходуются углеводы, жиры, разрушаются белки. В жарких климатических условиях рекомендуется пить охлажденную питьевую воду или чай.

Длительное воздействие высокой температуры, особенно в сочетании с повышенной влажностью, может привести к значительному накоплению теплоты в организме и развитию перегревания организма выше допустимого уровня — гипертермии — состоянию, при котором температура тела поднимается до 38...39 °С. При гипертермии и, как следствие, тепловом ударе наблюдаются головная боль, головокружение, общая слабость, искажение цветового восприятия, сухость во рту, тошнота, рвота, обильное потовыделение. Пульс и дыхание учащены, в крови увеличивается содержание азота и молочной кислоты. При этом наблюдается бледность, синюшность, зрачки расширены, временами возникают судороги, потеря сознания.

Атмосферное давление оказывает существенное влияние на процесс дыхания и самочувствие человека. Если без воды и пищи человек может прожить несколько дней, то без кислорода — всего несколько минут. Наличие кислорода во вдыхаемом воздухе — необходимое, но недостаточное условие для обеспечения жизнедеятельности организма. Интенсивность диффузии кислорода в кровь определяется парциальным давлением кислорода в альвеолярном воздухе P_p , согласно формуле:

$$P_p = (P_{\text{атм. выд. в}} - 47) V_{O_2} / 100 - P_{CO_2} \quad (6),$$

где $P_{\text{атм. выд. в}}$ — атмосферное давление вдыхаемого воздуха, мм рт. ст.; 47 — парциальное давление насыщенных водяных паров в альвеолярном воздухе, мм рт. ст.; V_{O_2} — объем кислорода, содержащийся в альвеолярном воздухе, %, P_{CO_2} — парциальное давление углекислого газа в альвеолярном воздухе; $P_{CO_2} \approx 40$ мм рт. ст. [9].

Наиболее успешно диффузия кислорода в кровь происходит при парциальном давлении кислорода в пределах 95... 120 мм рт. ст. Изменение P_p вне этих пределов приводит к затруднению дыхания и увеличению нагрузки на сердечно-сосудистую систему. Так, на высоте 2...3 км ($P_p \approx 70$ мм рт. ст.) насыщение крови кислородом снижается до такой степени, что вызывает усиление деятельности сердца и легких. Но даже длительное пребывание человека в этой зоне не сказывается существенно на его здоровье, и она называется зоной достаточной компенсации. С высоты 4 км ($P_p \approx 60$ мм рт. ст.) диффузия кислорода из легких в кровь снижается до такой степени, что, несмотря на большое содержание кислорода ($V_{O_2} \approx 21$ %), может наступить кислородное голодание — гипоксия.

Представляют определенный интерес данные, касающиеся сопоставления метеоструктуры погодной гипоксии на равнине и горной гипоксии. Как известно, в горах внешняя гипоксия обусловлена разреженностью воздуха — гипобарией разной степени выраженности; гипобарическая гипоксия сглаживается умеренной гипотермией на фоне низкой влажности воздуха. Низкий (25-30 В/м) градиент потенциала атмосферного электричества и высокое содержание (до 2-4 тыс. ионов в 1 мл воздуха) легких аэроионов благоприятны для организма. Отмечается четко выраженный суточный ритм основных метеорологических величин и парциальной плотности кислорода в воздухе при незначительной их междусуточной изменчивости [10].

В условиях равнин формирование погодной гипоксии сочетается с рядом негативных факторов, таких, как гипобария, гипертермия, высокая влажность воздуха, низкая освещенность, дискомфортные по теплоощущению и гигротермические условия, высокий (до 2 тыс. В/м) градиент потенциала атмосферного электричества с изменением знака поля,

значительно низкая концентрация природных аэроионов, нарушение суточной динамики основных метеорологических величин, увеличение их междусуточной изменчивости.

Указанные выше особенности нашли отражение в клинико-функциональных изменениях, выявленных в эксперименте и при обследовании здоровых и больных с различными нейросоматическими заболеваниями. При формировании выраженной погодной гипоксии на равнине выявлено:

- нарушение корковой нейродинамики, преобладание тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы;
- нарушение водно-электролитного обмена и кислотно-основного состояния, а также нарушение функции гомеостатической системы;
- уменьшение коэффициента использования кислорода в легких, гиперкалия на фоне гипоксемии;
- ослабление контрактильных свойств левого желудочка сердца, углубление гемодинамических сдвигов негативного характера, определяющих гипокинетический тип гемодинамики и явления циркуляторной гипоксии вторичного характера.

В отличие от данных, полученных в период формирования погодной гипоксии, в условиях горной гипоксии отмечается оптимизация функций ряда систем: высшей нервной деятельности, вегетативной нервной системы, дыхания, газообменно-оксигенационной; наблюдается также улучшение водно-электролитного обмена, кислотно-основного состояния, контрактильных свойств миокарда левого желудочка, нормализация тонуса периферических сосудов и перестройка системной гемодинамики по гиперкинетическому типу, улучшение термоадаптации.

Заключение. Подводя итог, необходимо отметить, что исследовательская база оценки влияния биоклиматических факторов на организм человека велика. Существует множество методик, научных и прикладных подходов. Крайне важно проводить грамотное категорирование медико-климатических условий, с целью разработки научно обоснованных критериев, которые будут рекомендованы населению при освоении новых территорий, выбора места жительства, планировании и проектировании курортных зон, а также организации санаторно-курортного процесса с целью повышения эффективности лечения и организации оздоровительного отдыха.

Примечания:

1. Руководство по медицинской географии. / Под ред. Коллера А.А. СПб., 1993.
2. Архипова И.В. Медико-географический подход к оценке комфортности климатических и социально-экономических условий региона как среды жизнедеятельности человека // Ползуновский вестник. 2005. №4.
3. Плотников В.В., Туноголовец В.П. Безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие. / Владивосток: Издательство Дальрыбвтуз, 2001.
4. Арнольди, И.А. Акклиматизация человека на Севере и Юге Текст. / И.А. Арнольди. М.: Медгиз, 1962.
5. Медицинская оценка климата – индекс суровости погоды [Электронный ресурс]. <http://www.reabilitaciya.org>.
6. Плотников В.В., Туноголовец В.П. Безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие. / Владивосток: Издательство Дальрыбвтуз, 2001.
7. Хайруллин, К.Ш. Методика оценки зимних погодных условий дискомфортных для человека. / К.Ш. Хайруллин // Труды ГГО. Вып. 303, 1972.
8. Плотников В.В., Туноголовец В.П. Безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие. / Владивосток: Издательство Дальрыбвтуз, 2001.
9. Климат и здоровье человека// Труды международного симпозиума ВМО/ВОЗ/ЮНЕП СССР, Ленинград, 22-26 сентября 1986 г. Том 2. Л.: Гидрометеиздат, 1988.
10. Боголюбова С. А. Эколого-экономическая оценка рекреационных ресурсов. М.: издательский центр «Академия», 2009 год.

UDC 338.482.22

The Significance of the Influence of Climactic Factors on the Human Organism During a Health and Environmental Assessment of Recreation

Snezhana N. Fedorova

Siberian Academy of Law, Economy and Management, Russian Federation

664009 Irkutsk Sovetskaya St., 198-11

PhD student

E-mail: sneskkov@rambler.ru

Abstract. Climate influences the human body through various environmental factors, which make up a fairly complicated environmental complex.

Climactic factors, as opposed to many other effects, are natural irritants for the human body. During the process of evolution, humans adapted to the effects of the environment, at the same time, the organism developed various regulating mechanisms connected with these effects. It is only due to the interaction with the environment, constantly consuming oxygen in the air, being affected by solar radiation, which effects various biochemical processes within the body, consuming the necessary matter from the environment and adapting to the changing climatic conditions that the human can exist and develop in a normal way today.

The wide array of climactic effects leads to, on the one hand, developing general reactions, while on the other hand, it leads to identifying a specific shift amidst these reactions, which are characteristic to various climactic factors. These two different sides of climactic effects are united and cause various different reactions from the human body. Analysing these reactions is important in climatic treatment and is justifiably necessary during the medical and environmental assessment of recreation.

Keywords: climactic factors, recreation, medical and climactic conditions, medical and climactic assessment, insolation, hypobaria, hyperbaria, hypoxia, thermal regime, severity of the weather, comfort level of the weather.