

Эколого-образовательный проект

СОЗДАЙ ЭКОТРОПУ – БУДЬ В ДВИЖЕНИИ

**Методические рекомендации
по изучению компонентов
природной и культурной среды**

Первые

Российское движение
детей и молодёжи «Движение Первых»

2024



СОЗДАЙ ЭКОТРОПУ – БУДЬ В ДВИЖЕНИИ

эколого-образовательный проект для школьников

МЕТЕОРОЛОГИЯ

Методические рекомендации
по изучению компонентов природной и культурной среды

Автор-составитель: Ветров Андрей Леонидович,
Пермский государственный национальный исследовательский
университет, географический факультет, кафедра метеорологии
и охраны атмосферы, доцент, кандидат географических наук

Пермь, 2024

Характеристика исследуемого компонента

Метеорология — наука о физических и химических процессах и явлениях происходящих в атмосфере Земли в их взаимодействии с подстилающей земной поверхностью и космическим пространством.

Атмосфера — газовая оболочка планеты. Вся жизнедеятельность человека происходит в атмосфере и ее состояние существенным образом влияет на жизнь, здоровье и производительность труда человека.

От погодных условий зависит продуктивность сельского хозяйства и экономическая продуктивность некоторых важных отраслей народного хозяйства. Отдых, культурный и образовательный досуг на открытом воздухе не исключение. Человеку будет сложно или невозможно прогуляться по открытому воздуху при суровых погодных условиях. Изучение таких условий может быть важным фактором функционирования объектов отдыха и досуга на открытом воздухе

Человек как биологическая система неплохо приспособился к усредненным погодным условиям. Кроме того, человек способен локально изменять параметры окружающей среды: создавать теплые, удобные и красивые жилища, создавать и правильно использовать одежду. Эти способности позволили человеку расселиться на значительно большей площади, первоначально занятой человеческой популяцией. Одежда и дома, как правило спроектированы и созданы также для усредненных состояний атмосферы в данной местности (такие усредненные состояния называют в метеорологии климатом). Поскольку атмосферные процессы изменчивы и динамичны в пространстве и времени, человек иногда может столкнуться с экстремальными состояниями атмосферы и быть не готов к их воздействиям.

Как бы не была интересна и познавательна природная территория, но в суровую или просто не комфортную погоду люди не будут ее посещать. В этой ситуации есть и положительный момент: в таком случае неблагоприятные условия естественным образом нормируют посещаемость объекта и создают дополнительные условия для самовосстановления природной среды объекта. Оценка длительности комфортных и не комфортных погодных условий позволит оценить периоды и интенсивность антропогенной (произведенной человеком) нагрузки на природную среду изучаемой территории.

Методы исследования

Приведем основные сведения по биоклиматическим индексам:

1. Эффективная температура (ΔT), которая характеризует эффект воздействия на человека температуры и влажности воздуха. Опытным путем установлен ряд сочетаний температуры и влажности воздуха, при которых эффект теплоотдачи и теплоощущения будет одинаковым (табл. 1) [Исаев, 2001].

Таблица 1

Сочетания T ($^{\circ}\text{C}$) и f (%), при которых наблюдается одинаковый эффект теплоощущения в неподвижном воздухе

T	17,8	18,9	20,1	20,7	21,7	22,3	23,2
f	100	80	60	50	40	30	20

Согласно табл. 1, неподвижный воздух с влажностью $f = 50\%$ при температуре $20,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ будет таким же образом влиять на теплоотдачу и теплоощущение, как и насыщенный (при $f = 100\%$) воздух с температурой $17,8\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Модель эффективной температуры объединяет физиологические факторы тела и кожного покрова, физические особенности одежды и воздушного слоя, находящегося в непосредственной близости к телу, а также метеорологические факторы окружающей среды. Сопrotивляемость организма окружающей среде зависит от физических особенностей человека, поэтому модель разработана для «среднего» человека, т.е. взрослого человека средней комплекции, одетого по погоде и идущего в тени. Понятие ЭТ впервые было введено А. Миссенардом и рассчитывается по следующей формуле [Missenard, 1937]:

$$\text{ЭТ} = t - 0,4(t - 10)(1 - f/100), \quad (1)$$

где t – температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$; f – относительная влажность воздуха, %.

Из формулы (1) следует, что при температуре воздуха ниже $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ сухой воздух кажется теплее, чем влажный, а при температуре выше $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, наоборот, холоднее.

Эффективная температура получила широкое распространение в практике оценок тепловых нагрузок, а также комфортности (дискомфортности) окружающей среды. Категории тепловых нагрузок и теплоощущения оцениваются по ЭТ в зависимости от сезона года [Исаев, 2001]. Для широтной зоны, в которой находятся Пермский край к градации комфорта можно определить из табл. 2–3 [Ткачук, 2012].

Таблица 2

Категории тепловых нагрузок и теплоощущения для теплого сезона по ЭТ

Характеристика	$\text{ЭТ},\text{ }^{\circ}\text{C}$			
	>31	25...30	18...24	0...17
Теплоощущение	Очень жарко	жарко	тепло	прохладно
Тепловая нагрузка	сильная	умеренная	комфортно	комфортно

Таблица 3

Категории тепловых нагрузок и теплоощущения для холодного сезона по ЭТ

Характеристик	$\text{ЭТ},\text{ }^{\circ}\text{C}$		
	0...–10	–20...–11	<–21,0
Теплоощущение	холодно	очень холодно	крайне холодно
Тепловая нагрузка	умеренная	сильная угроза обмороживания	очень сильная

2. Эквивалентно-эффективная температура (ЭЭТ) является более полной биоклиматической характеристикой по сравнению с ЭТ , поскольку учитывает влияние ветра. В подвижном воздухе усиливается теплоотдача с поверхности тела, поэтому изменяется и теплоощущение. При этом возможны самые разные сочетания температуры и относительной влажности воздуха, а также ветра, при которых степень теплоощущения будет одинакова и соответствовать теплоощущениям в случае насыщенного водяного пара ($f = 100\%$) и отсутствии ветра ($V = 0$).

В данной работе для расчета ЭЭТ использовалась формула А. Миссенарда [Missenard, 1937]:

$$ЭЭТ = 37 - \frac{37 - t}{0,68 - 0,0014f + \frac{1}{1,76 + 1,4 V^{0,75}}} - 0,29 t (1 - f/100), \quad (2)$$

где t – температура воздуха, °С; f – относительная влажность воздуха, %; V – скорость ветра, м/с.

Для широтной зоны, в которой находятся Пермский край градации комфорта по значениям ЭЭТ можно определить из табл. 4–5 [Ткачук, 2012].

Таблица 4

Категории тепловых нагрузок и теплоощущения для теплого сезона по ЭЭТ

Характеристик а	ЭЭТ, °С			
	>30	24...29	17...23	0...16
Теплоощущение	Очень жарко	жарко	тепло	прохладно
Тепловая нагрузка	сильная	умеренная	комфортно	комфортно

Для рационального использования природных ресурсов территории России организованы и ведут непрерывное наблюдение за погодой метеорологические станции. На карте Пермского края (Приложение 1) указано размещение метеорологических станций. Для изучения условий комфортности Вам следует выбрать ближайшую и воспользоваться данными наблюдения распространяемые в свободном режиме в сети Интернет. Исходные данные для расчетов можно получить с сайта <https://rp5.ru>. Адреса страниц с данными метеостанций приведены в Приложении 2.

Метеорологические наблюдения проводятся 8 раз в сутки. Для исследования потребуется температура воздуха в срок наблюдения, относительная влажность воздуха в срок наблюдения и средняя скорость ветра в срок наблюдения.

Следует применить следующую последовательность действий:

1. Скачать данные о погоде на метеостанции за 10 лет (на некоторых станциях ряд будет короче, использование периода более 5 лет для оценки климатической характеристики вполне приемлемо).

2. Сформировать в электронной таблице любой офисной программы три ряда метеорологических величин (температура, относительная влажность и скорость ветра)

3. Получить ряд значений эффективной температуры.

4. Найти среднее значение эффективной температуры и эквивалентно-эффективную температуру за каждые сутки. Среднесуточные значения получаются путем суммирования 8 срочных значений и делением числа на 8. Такое средние называется среднеарифметическое.

5. Найти среднее месячное значение за каждый год. Среднее за месяц значение находят путем суммирования среднесуточных значений и деления суммы на число дней в месяце.

6. Средние за месяц значения суммируют и делят на число лет. Так если имеются наблюдения за 10 лет число средних за месяц значений эффективной температуры будет десять. Выбирается и суммируются все средние январские значения и делятся на 10: получается климатическая оценка эффективной температуры для января. Это значение можно сравнить с категорией тепловых нагрузок и теплоощущения. Со всеми оставшимися месяцами поступают также.

7. Вышеизложенный порядок действий применяем для расчета эквивалентно-эффективной температуры. Пункты 2 — 6.

Если изучаемый объект находится в окрестностях авиационной метеорологической станции Большое Савино (57° 55.17' с.ш., 56° 1.314' в.д.; высота 119 м над уровнем моря) можно воспользоваться ее данными по адресу:

[https://rp5.ru/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D0%B2_%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%8B_%D0%B2_%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B8,%D0%91%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%88%D0%BE%D0%BC_%D0%A1%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%BE_\(%D0%B0%D1%8D%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82\),METAR](https://rp5.ru/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D0%B2_%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%8B_%D0%B2_%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B8,%D0%91%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%88%D0%BE%D0%BC_%D0%A1%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%BE_(%D0%B0%D1%8D%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82),METAR)

Если изучаемый объект находится в окрестности аэрологической станции Пермь (57.959437° с.ш., 56.193557° в.д.) можно воспользоваться данными наземных наблюдений по электронному адресу <http://weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html>. Следует обратить внимание, что аэрологические исследования проводятся дважды с суток в 0 и 12 ч по Гринвичу. Таким образом используя эти данные будут получены средние оценки комфортности только в эти два срока.

Результаты исследования

Конечная цель: установить условия комфортности на экологической тропе, выявить месяцы с комфортными условиями.

По итогам работы заполните для каждого показателя следующую таблицу. Сформулируйте обобщения об условиях комфортности на территории исследования.

	май	июнь	июль	август	сентябрь
ЭТ					
ЭЭТ					
Категория комфортности					

Для оценки адекватности полученных данных можно провести проверку путем прогулки по исследуемой территории при известных метеорологических условиях и определения собственного самочувствия. В выбранный день после прогулки отметьте свои ощущения в дневнике. Затем воспользуйтесь данными из ежедневного архива и рассчитайте значения эффективной и эффективно-эквивалентной температуре для той же даты и времени. Сопоставьте ощущаемые и расчетные значения. Для большей объективности привлеките добровольцев и выполните эту процедуру совместно. Постарайтесь выбирать дни с максимально различными погодными условиями: слабые и сильные скорости ветра, высокие и низкие температура и влажность. За предполагаемым ходом метеорологических условий можно следить с помощью среднесрочного прогноза погоды с Интернет ресурса Гидрометцентра РФ (<https://meteoinfo.ru>) или Пермского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (<https://meteo.perm.ru/>).

Литература

- Андреев С.С.** Человек и окружающая среда. Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ АПСН, 2005. 272 с.
- Андрюшин И.Б., Вальцева Е.А., Мешков Н.А.** Оценка общей комфортности климата на территории Поволжья, республики Алтай и республики Хакасии // Гигиена и санитария. 2019. Т. 98, № 11. С. 1212–1215.
- Арнольди И.А.** Акклиматизация человека на Севере и Юге. М.: Медгиз, 1962. 71 с.
- Бокша В.Г., Богуцкий Б.В.** Медицинская климатология и климатотерапия. Киев: Здоровья, 1980. 262 с.
- Виноградова В.В., Золотокрылин А.Н., Кренке А.Н.** Районирование территории Российской Федерации по природно-климатическим условиям // Известия РАН. Серия географическая. 2008. № 5. С. 106–117.
- Виноградова В.В.** Воздействие климатических условий на человека в засушливых землях Европейской России // Известия РАН. Серия географическая. 2012. № 2. С. 68–81.
- Головина Е.Г., Трубина М.А.** Методика расчетов биометеорологических параметров (индексов). СПб., 1997. 110 с.
- Емелина С.В., Константинов П.Н., Малинина Е.П., Рубинштейн К.Г.** Оценка информативности некоторых биометеорологических индексов для разных районов России // Метеорология и гидрология. 2014. № 7. С. 25–37.
- Ермакова Л.Н., Ермакова Е.С.** Влияние метеорологических условий на самочувствие человека // Географический вестник. 2012. № 2 (21). С. 45–52.
- Ермакова Л.Н., Шкляев В.А., Филиппова А.П., Шкляева Л.С.** Биоклиматическая оценка ландшафтных областей Пермского края и условий формирования микроклиматических особенностей // Географический вестник. 2016. № 4 (39). С. 70–83.
- Исаев А.А.** Экологическая климатология. М.: Научный мир, 2001. 458 с.
- Исаева М.В., Переведенцев Ю.П.** Особенности биоклиматических условий Приволжского федерального округа // Географический вестник. 2010. № 2 (13). С. 29–37.
- Русанов В.И.** Комплексные метеорологические показатели и методы оценки климата для медицинских целей. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1981. 86 с.
- Ткачук С.В.** Обзор индексов степени комфортности погодных условий и их связь с показателями смертности // Труды ГМЦ РФ. Гидрометеорологические прогнозы. 2012. Вып. 347. С. 223–245.
- Худалова Ф.К.** Оценка биоклиматических индексов и их связь с сердечно-сосудистой патологией // Кубанский научный медицинский вестник. 2014. № 1. С. 173–176.
- Шартова Н.В., Шапошников Д.А., Константинов П.И., Ревич Б.А.** Биоклиматический подход к оценке смертности населения во время аномальной жары на примере юга России // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2018. № 6. С. 47–55.
- Шкляев В.А., Ермакова Л.Н., Шкляева Л.С.** Исследование микроклимата города с целью оценки биометеорологических показателей селитебной территории // Географический вестник. 2010. № 3 (14). С. 52–59.
- АISORI-M.METEO.RU** – профессиональный интернет-портал метеорологических данных [Электронный ресурс]. URL: <http://aisori-m.meteo.ru/waisori/> (дата обращения: 25.10.2022).

**Схема расположения
метеостанций, гидрометеорологических постов,
пунктов наблюдения за качеством поверхностных вод
Пермского ЦГМС - филиала ФГБУ "Уральское УГМС"**



Карта расположения метеостанций Пермского края
Источник: <http://meteo.perm.ru/images/shemi/05.jpg>

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

№ п/п	Название метеорологической станции	Индекс ВМО	Интернет адрес страницы на которой находится метеорологическая информация
1	Гайны	23909	https://rp5.ru/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D0%B2_%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%8B_%D0%B2_%D0%93%D0%B0%D0%B9%D0%BD%D0%B0%D1%85
2	Усть-Черная	23905	https://rp5.ru/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D0%B2_%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%8B_%D0%B2_%D0%A3%D1%81%D1%82%D1%8C-%D0%A7%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B9
3	Коса	28013	https://rp5.ru/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D0%B2_%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%8B_%D0%B2_%D0%9A%D0%BE%D1%81%D0%B5
4	Кочевое	28016	https://rp5.ru/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D0%B2_%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%8B_%D0%B2_%D0%9A%D0%BE%D1%87%D0%B5%D0%B2%D0%BE
5	Кудымкар	28116	https://rp5.ru/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D0%B2_%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%8B_%D0%B2_%D0%9A%D1%83%D0%B4%D1%8B%D0%BC%D0%BA%D0%B0%D1%80%D0%B5
6	Чермоз	28128	https://rp5.ru/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D0%B2_%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%8B_%D0%B2_%D0%A7%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D0%B7%D0%B5
7	Большая Соснова	28313	https://rp5.ru/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D0%B2_%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%8B_%D0%B2_%D0%91%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%88%D0%BE%D0%B9_%D0%A1%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B5
8	Верещагино	28216	https://rp5.ru/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D0%B2_%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%8B_%D0%B2_%D0%92%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%89%D0%B0%D0%B3%D0%B8%D0%BD%D0%BE,%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%BC%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B9
9	Оханск	28321	https://rp5.ru/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D0%B2_%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%8B_%D0%B2_%D0%9E%D1%85%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B5
10	Ножовка	28319	https://rp5.ru/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D0%B2_%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%8B_%D0%B2_%D0%9E%D1%85%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B5
11	Оса	28324	https://rp5.ru/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D0%B2_%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%8B_%D0%B2_%D0%9E%D1%81%D0%B5,%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%BC%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B9
12	Чайковский	28413	https://rp5.ru/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D0%B2_%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%8B_%D0%B2

			https://rp5.ru/%D0%A7%D0%B0%D0%B9%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BC
13	Чернушка	28428	https://rp5.ru/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D0%B2_%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%8B_%D0%B2_%D0%A7%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%83%D1%88%D0%BA%D0%B5
14	Октябрьский	28429	https://rp5.ru/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D0%B2_%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%8B_%D0%B2_%D0%9E%D0%BA%D1%82%D1%8F%D0%B1%D1%80%D1%8C%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%BC,%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%BC%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D1%80%D0%B0%D0%B9
15	Кунгур	28326	https://rp5.ru/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D0%B2_%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%8B_%D0%B2_%D0%9A%D1%83%D0%BD%D0%B3%D1%83%D1%80%D0%B5
16	Лысьва	28234	https://rp5.ru/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D0%B2_%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%8B_%D0%B2_%D0%9B%D1%8B%D1%81%D1%8C%D0%B2%D0%B5
17	Кын	28238	https://rp5.ru/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D0%B2_%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%8B_%D0%B2_%D0%9A%D1%8B%D0%BD%D0%B5_(%D1%81.)
18	Бисер	28138	https://rp5.ru/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D0%B2_%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%8B_%D0%B2_%D0%91%D0%B8%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%B5
19	Добрянка	28222	https://rp5.ru/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D0%B2_%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%8B_%D0%B2_%D0%94%D0%BE%D0%B1%D1%80%D1%8F%D0%BD%D0%BA%D0%B5
20	Губаха	28134	https://rp5.ru/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D0%B2_%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%8B_%D0%B2_%D0%93%D1%83%D0%B1%D0%B0%D1%85%D0%B5
21	Березники	28029	https://rp5.ru/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D0%B2_%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%8B_%D0%B2_%D0%91%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%85
22	Чердынь	23914	https://rp5.ru/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D0%B2_%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%8B_%D0%B2_%D0%A7%D0%B5%D1%80%D0%B4%D1%8B%D0%BD%D0%B8
23	Ныроб	23912	https://rp5.ru/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D0%B2_%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%8B_%D0%B2_%D0%9D%D1%8B%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%B5
24	Вая	23913	https://rp5.ru/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D0%B2_%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%8B_%D0%B2_%D0%92%D0%B0%D0%B5
25	Пермь	28224	https://rp5.ru/%D0%90%D1%80%D1%85%D0%B8%D0%B2_%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D1%8B_%D0%B2_%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B8