

## Практическая работа 7.

**Тема: «Биоклиматические показатели и индексы. Оценка комфортности погодноклиматических условий. Патогенность метеорологической ситуации. Расчеты по основным климатическим поясам и зонам. Региональные различия».**

### Теоретическая справка.

Биоклиматические показатели (индексы) являются косвенными индикаторами оценки состояния окружающей человека среды, характеризуя в физическом отношении особенности её тепловой структуры. Реакция на воздействие отдельного метеорологического элемента (либо их совокупности) может проявляться мгновенно или пролонгированно, а продолжаться в течении часов, суток, дней, либо периода, совместимого с длительностью человеческой жизни. Попытки связать наибольшее число факторов окружающей человека среды, оказывающих влияние на теплоощущения в некий общий показатель, нашли свое выражение в ряде индексов. В настоящее время известны и применяются для расчетов более 30 биометеорологических показателей – индексов, условно подразделенных на 7 основных групп:

#### *Первая группа*

*Температурно-влажностные показатели:*

- ЭТ (эффективная температура неподвижного воздуха);
- DI – индекс дискомфорта (США);
- DY – индекс дискомфорта (Япония).

#### *Вторая группа*

*Температурно-ветровые (индексы холодного стресса):*

- W (K) – ветро-холодовой индекс (по Сайплу);
- WC – уточненный ветро-холодовой индекс (Канада);
- S – балл суровости по Бодману;
- T – коэффициент жесткости погоды по И.А. Арнольди;
- H – индекс ветрового охлаждения по Хиллу;
- S<sub>0</sub> – коэффициент жесткости погоды по И.М. Осокину;
- ЭШТ – эквивалентно штилевая температура.

#### *Третья группа*

*Температурно-влажностно-ветровые (для теневых пространств):*

- ET – эквивалентно-эффективная температура (показатель тепловой чувствительности с учетом влияния ветра);

- ЭЭТ – эквивалентно-эффективная температура;
- НЭЭТ – нормальная эквивалентно-эффективная температура (показатель тепловой чувствительности с учетом влияния ветра для одетого человека).

#### *Четвертая группа*

*Температурно-влажностно-ветровые (с учетом солнечной радиации):*

- РЭЭТ – радиационная эквивалентно-эффективная температура, специалистами оценивается, как самый информационный индекс;
- БАТ – биологически активная температура;
- $T_{пр}$  – индекс приведенной температуры по В.Н. Адаменко и К.Ш. Хайрулину;
- $Q_s$  – сальдо теплового баланса тела человека по В.И. Русанову;
- $C$  – теплоизоляция одежды, ед. кло;
- $K$  – коэффициент дискомфорта климата по В.И. Русанову.

#### *Пятая группа*

*Индексы патогенности и изменчивости климата:*

- $I$  – индекс патогенности метеорологической ситуации по В.Г. Бокше;
- $\rho_{O_2}$  – парциальная плотность кислорода по В.Ф. Овчаровой;
- КПМ – класс погоды момента по В.И. Русанову;
- $K$  – индекс изменчивости КПМ по В.И. Русанову;
- БИСМ – биологический индекс смены метеоусловий по В.Ш. Белкину;
- МИЗ – метеорологический индекс здоровья по О.Г. Богаткину;
- $G$  – показатель напряженности механизмов терморегуляции по Б.А. Айзенштату;
- $N$  – индекс тепловой нагрузки по К.Я. Кондратьеву.

#### *Шестая группа*

*Индексы континентальности климата:*

- $K_r$  – по Л. Горчинскому;
- $K_{хр}$  – по С.П. Хромову.

#### *Седьмая группа*

*Индексы, характеризующие состояние атмосферы:*

- $I_i$  (ИЗА) – суммарный индекс загрязненности атмосферы
- ПЗА – потенциал загрязнения атмосферы, под которым понимают сочетание метеорологических факторов, обуславливающих уровень загрязнения атмосферы.
- Коэффициент самоочищения атмосферы

Чтобы оценить комфортность погодно-климатических условий по отношению к поступающему теплу (температуре) вычисляют на первом этапе значения  $ET$  (ЭЭТ),  $BAT$ ,  $PЭЭТ$  и  $Q_s$ :

1. 1. Эквивалентно-эффективная температура и ее формула,  $ET$  или ЭЭТ,  $^{\circ}C$ . Была введена А. Миссенардом, обозначается « $ET$ », учитывает влияние температуры, влажности воздуха и скорости ветра:

$$ET = t + \frac{17 - t}{5} \left( \frac{f - 0.5}{0.5} \right) + \frac{5.81 - t}{16} \left( \frac{V - 0.5}{0.5} \right)$$

где  $ET$  — показатель зависимости тепловой чувствительности человека от воздействия ветра, эквивалентно-эффективная температура  $^{\circ}C$ ;  
 $t$  — температура сухого воздуха,  $^{\circ}C$ ;  
 $f$  — относительная влажность воздуха, %;  
 $V$  — скорость ветра, м/с.

2. Биологически активная температура,  $BAT$ ,  $^{\circ}C$ . Биологически активная температура окружающей человека среды определяет воздействие температуры воздуха, влажности воздуха, скорости ветра, суммарной радиации и длинноволновой радиации подстилающей поверхности и определяется по формуле:

$$BAT = 0.8NЭЭТ + 9,$$

где  $BAT$  — биологически активная температура,  $^{\circ}C$ ;  
 $NЭЭТ$  — нормальная эквивалентно-эффективная температура,  $^{\circ}C$

Нормальную эквивалентно-эффективную температуру,  $NЭЭТ$ ,  $^{\circ}C$ , можно вычислить по следующей формуле:

$$NЭЭТ = 0.8ЭЭТ + 7,$$

где  $NЭЭТ$  — нормальная эквивалентно-эффективная температура,  $^{\circ}C$ ;  
 $ЭЭТ$  — эквивалентно-эффективная температура,  $^{\circ}C$ .

3. Радиационная эквивалентно-эффективная температура,  $PЭЭТ$ ,  $^{\circ}C$ , вычисляется по формуле:  
 $PЭЭТ = NЭЭТ + 6.2,$

где  $PЭЭТ$  – радиационная эквивалентно- эффективная температура,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$HЭЭТ$  – нормальная эквивалентно- эффективная температура,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$ЭЭТ$  – эквивалентно- эффективная температура,  $^{\circ}\text{C}$ .

4. Сальдо теплового баланса тела человека,  $Q_s$ ,  $\text{кВт}/\text{м}^2$

$$Q_s = 0.04ЭЭТ - 0.98_s,$$

где  $Q_s$  – сальдо теплового баланса тела человека;

$ЭЭТ$  – эквивалентно- эффективная температура,  $^{\circ}\text{C}$ .

Оцениваем тепловое воздействие, сверяемся с данными таблицы:

Таблица 1 – Оценка теплового воздействия

Значения				Балл биоклиматической оценки (Б <sub>БК</sub> )	Характеристика
ЕТ, $^{\circ}\text{C}$ Кинф3	БАТ, $^{\circ}\text{C}$ Кинф3	РЭЭТ, $^{\circ}\text{C}$ Кинф5	$Q_s$ , $\text{кВт}/\text{м}^2$ Кинф4		
>+30	>+23	>+32	>+0.1	1	Жесткое тепловое воздействие высоких температур «дискомфорт»
+30 - +24	+23 - +21	+32 - +27	от+0.1 – до-0.05	3	Умеренное тепловое воздействие высоких температур «субкомфорт»
+23 - +12	+20 - +10	+27 - +21-	от-0.06 - до-0.3	5	«Комфорт»
+11 - +6	+8 - +6	+20 - +17	от-0.31 до- 0.65	3	Умеренное тепловое воздействие низких температур «субкомфорт»
+6<	+6 <	+17 <	-0.66 <	1	Жесткое тепловое воздействие низких температур (дискомфорт)

**II. На втором этапе вычисляем индекс патогенности метеорологической (погодной) ситуации,  $I$ , баллы.**

Расчет индекса патогенности  $I$ , баллы, производится по приведенной формуле:

$$I = 10^{\left(\frac{h-70}{20}\right)} + 0.2v^2 + 0.06n^2 + 0.06(\Delta p)^2 + 0.3(\Delta t)^2 + It;$$

где  $I$  – индекс патогенности метеорологической ситуации, баллы  
 $h$  – высота Солнца, °;  
 $v$  – скорость ветра, м/с;  
 $n$  –  $10 - 10 \cdot S\phi / S_m$   
 $\Delta p$  – межсуточное изменение атмосферного давления, гПа;  
 $\Delta t$  – межсуточное изменение температуры воздуха, °С;  
 $It$  – индекс патогенности температуры.

$It$  определяется по формулам:  $0.02(18 - t)^2$  при  $t < 18$  °С;  
 $0.02(t - 18)^2$  при  $t > 18$  °С;

Таблица 2 – Оценка степени патогенности метеоусловий

Значения $I$ , баллы Кинф5	Балл биоклиматической оценки ( $B_{БК}$ )	Характеристика
0 – 9.9	5	«Комфорт» (низкая степень патогенности метеоусловий)
10 – 16	3	«Субкомфорт» (средняя степень патогенности метеоусловий)
16.1 и более	1	«Дискомфорт» (высокая степень патогенности метеоусловий)

### III. На третьем этапе оцениваем потенциал самоочищения атмосферы, $K_m$

Для климатической оценки комплекса метеорологических условий, присущих конкретной местности и способствующих накоплению, либо рассеиванию примесей и выбросов в атмосфере, используется индекс  $K_m$  - климатический потенциал самоочищения

атмосферы:

$$K_M = \frac{P_{III} + P_f}{P_O + P_V},$$

где  $K_m$  – климатический потенциал загрязнения атмосферы;  
 $P_{III}$  – число дней со штилем, скорость ветра  $V = 0 - 1$  м/с;  
 $P_f$  – число дней с влажностью  $\geq 80$  %;  
 $P_O$  – число дней с осадками  $\geq 0.5$  мм;  
 $P_V$  – число дней со скоростью ветра  $\geq 6$  м/с.

При  $K_m \gg 1$  наблюдаются плохие условия для рассеивания примесей в атмосфере, и потенциал считается низким. При  $K_m$  от 1 - до 0,6 повторяемость процессов в атмосфере, способствующих самоочищению, преобладает, потенциал определяется как средний. При  $K_m < 0,6$  повторяемость процессов в атмосфере, способствующих самоочищению, значительно преобладает, а потенциал является высоким.

Таблица 3 – Оценка потенциала самоочищения атмосферы

Значения $K_m$ $K_{инф5}$	Балл биоклиматической оценки( $B_{БК}$ )	Характеристика
$>1.1$	1	«Дискомфорт» (низкий потенциал самоочищения атмосферы)
от 0.81 до 1	3	«Субкомфорт» (средний потенциал самоочищения атмосферы)
$<0.8$	5	«Комфорт» (высокий потенциал самоочищения атмосферы)

**IV. На четвертом этапе оценивается биоклиматическая комфортность с помощью расчета интегрального показателя биоклиматической оценки,  $ИП_{БК}$**

Интегральный показатель биоклиматической комфортности определяется как сумма баллов биоклиматической оценки, полученных на трех этапах, по следующей формуле:

$$ИП_{БК} = \frac{\sum_i^n K_{инф} i * B_{БК}}{\sum K_{инф}},$$

где  $ИП_{БК}$  – интегральный показатель биоклиматической комфортности;  
 $K_{инф}$  – коэффициент информативности;  
 $B_{БК}$  – балл биоклиматической оценки;  
 $i$  – биоклиматический показатель.

Таблица 4 – Значения интегрального показателя оценки биоклиматической комфортности ( $ИП_{БК}$ )

Оценка теплового воздействия	Оценка патогенности метеоусловий	Оценка потенциала самоочищения атмосферы	Интегральный показатель биоклиматической комфортности	
			Характеристика	Баллы
Жесткое тепловое воздействие положитель- ных или отрицательных температур	Высокая степень патогенности метеоусловий	Низкий потенциал самоочищения атмосферы	Дискомфорт	1
Умеренное тепловое воздействие положитель- ных или отрицательных температур	Средняя степень патогенности метеоусловий	Средний потенциал самоочищения атмосферы	Субкомфорт	3
Тепловой комфорт	Низкая степень патогенности метеоусловий	Высокий потенциал самоочищения атмосферы	Комфорт	5

Таким образом, оценка биоклиматической комфортности стоит на интерпретации значений интегрального показателя биоклиматической комфортности.

Исходные данные прилагаются в файле Excel.

Высоту Солнца над горизонтом в пределах острова Шпицберген можно найти <http://dateandtime.info/ru/citysunrisesunset.php?id=2729907>

Продолжительность светового дня в пределах острова Шпицберген можно найти: <http://dateandtime.info/ru/citysunrisesunset.php?id=2729907>