

## ДИНАМИКА ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В ГОРОДЕ, ПОСЕЛКЕ И ПРЕДГОРЬЕ ХАБАРОВСКОГО КРАЯ

Кобзарева Д.А.

*с. Тополево Хабаровского муниципального района Хабаровского края, МБОУ СОШ, МБОУ ДОД ЦДТ, 11 класс*

*Руководители: Тарасова Л.С., с. Тополево Хабаровского муниципального района Хабаровского края, МБОУ ДОД ЦДТ, методист по естественнонаучной направленности,*

*Почетный работник общего образования;*

*Морина О.М., с. Тополево Хабаровского муниципального района Хабаровского края, МБОУ ДОД ЦДТ, педагог дополнительного образования, к.б.н.*

По выводам ряда ученых сейчас отмечается глобальное потепление, средний тренд которого составляет  $0,5^{\circ}\text{C} / 100$  лет. Однако теперь определяют данный процесс как цикличность или глобальное изменение климата.

Для установления вектора динамики температур воздуха последних лет с 1951 по 2013 г. изучались данные гидрометеослужбы на метеостанциях до высоты 100 м, расположенных на Средне-Амурской низменности в г. Хабаровске с населением 600 тысяч человек, поселке Елабуга, где проживает 742 человека, а также на метеостанции Верховье Урми в предгорьях Баджальского хребта на высоте 422 м. Скорость изменения температуры определялась по линейному тренду и уточнялась по полиномиальной зависимости. Установлено, что в первых 4 зимних месяца года на всех метеостанциях наметилось снижение роста температур. Среднегодовая скорость роста в Хабаровске оказалась ниже на  $0,2^{\circ}\text{C}$  по сравнению с поселком, но на  $0,3$  выше, чем в предгорье.

Начавшееся снижение зимних температур может сказаться на качестве сохранения линейных сооружений и сроках ведения сельскохозяйственных работ из-за увеличения глубины промерзания.

К настоящему времени у исследователей динамики климата и ландшафтов разработано три возможных варианта изменений: потепление, похолодание и стабильное развитие процессов. К тому же с появлением большего объема обработанных данных теперь говорят о цикличности и глобальном изменении климата.

Изучение направления динамики климата связано с увеличением экономической, экологической и даже политической ценности климатологической информации. Как известно, потепление в XX столетии было выражено в течение двух периодов 1920 – 40 гг. и после 1975 года. С 1940-го года в северном полушарии имело место по-

холодание, что отмечалось во многих исследованиях и обзорах. Начавшееся с середины 70-х годов потепление продолжается и в настоящее время.

В связи с этим, представляло интерес изучить характер, скорость и вектор изменения температуры воздуха, что и стало целью данной работы.

Были поставлены следующие задачи:

1. Из архивных данных гидрометеослужбы (метеорологических ежемесячников) выписать значения температуры воздуха по трем метеостанциям как с разной антропогенной нагрузкой, так и на разных высотах с 1951 г.;

2. Построить графики динамики ежемесячных и ежегодных температур в MS Excel;

3. По линейному тренду определить вектор изменения и вычислить скорость роста или снижения температур за последние 63 года;

4. По полиномиальной зависимости определить намечающуюся тенденцию изменения хода температуры воздуха.

**Гипотеза.** Рост температуры воздуха в промышленно развитом крупном городе должен происходить быстрее, чем в небольшом поселении; в горах быстрее, чем на равнине. Объект изучения – это температура воздуха на трех метеостанциях равнинных-Хабаровск и Елабуга и предгорной – Усть-Умальта.

### Современные представления о динамике температуры воздуха

#### *Тысячелетняя цикличность*

На современном этапе наибольшее количество научных публикаций посвящено рассмотрению возможных сценариев потепления климата, которое связывается как с природной цикличностью, так и с антропогенными факторами: увеличением количества  $\text{CO}_2$  в атмосфере и возрастанием массы малых газовых примесей. По выводам ряда авторов (Израель и др., 2001) в те-

чение 1881–1988 годов отмечалось глобальное потепление на планете, средний тренд которого составил  $0,5^{\circ}\text{C}/100$  лет. Годовые осадки над сушей в этот же период увеличились на 6%.

По мнению ряда ученых (Кокорин, 2005; Кураев, 2006), мы находимся в движении от одного ледникового периода к другому, но скорость изменений очень мала – порядка  $0,02^{\circ}\text{C}$  за столетие. Все это совершенно не противоречит концепции антропогенного изменения климата. Просто это явления разных временных масштабов.

Тысячелетняя история динамики климата Земли делится на 4 крупных этапа. Так, за последние 10 тысяч лет было 4 значительных фазы изменения климата (Монин, Шишков, 1979):

- Последледниковый климатический оптимум 7000–5000 лет назад;
- Похолодание «железного века» 2900–2300 л. н.;
- Второй климатический оптимум в раннем средневековье 1000–800 л. н., когда уровень моря был на 3 м выше современного;
- Похолодание, начавшееся 550 л. н. и закончившееся около 150 л. н. – малая ледниковая эпоха.

#### Вековая цикличность

По материалам, собранным для районов Русской равнины, Прикаспия, в горах Урала, Карпат, Хибин, Крыма, Кавказа и Закавказья, были выявлены фазы длительностью около 3–4 веков. В течение этих периодов климат, ледники, озера, речная сеть, растительность существенным образом перестраивались. Восемь выявленных фаз субатлантического периода можно коротко охарактеризовать следующим образом.

1. В пределах VIII–IV столетий до н. э. В Средиземноморье и Причерноморье увлажненность и заснеженность были выше современной.
2. Фаза с III в до н. э. – начала новой эры. Сохранились свидетельства о замерзании Черного моря в первой половине века до н. э.
3. В I–IV веках н. э. условия в целом были близки к современным.
4. В V–IX веках урожаи в степях Причерноморья сильно повысились.
5. X–XII века выделяются повышением температур. Конец первого – начало II тысячелетия вошли в историю Европы как эпоха викингов.
6. Фаза с конца XII и по XV века выделяются повсеместным продвижением горных ледников, сходом мощных селей.
7. XVI–XIX века. Яркой иллюстрацией увеличения увлажненности является рас-

ширение заозеренности. Именно к этому времени Московия описывается как дикая пустыня, покрытая кустарниками, топкими болотами.

8. С середины XIX века началась новая фаза, климатические особенности которой хорошо известны, благодаря метеонаблюдениям. Для зоны арктических пустынь типично восстановление тундр.

Таким образом, представление о потеплении или похолодании климата во все не означает повсеместного повышения или понижения температуры, а характеризует усредненную картину.

Однако, согласно В.И. Данилову-Данильяну (2003), прежде всего надо говорить не о потеплении, а о глобальных климатических изменениях. Потепление, связанное с парниковым эффектом – лишь один из аспектов этих изменений. Биота и Мировой океан успешно справляется с задачей регулирования концентрации парниковых газов.

#### Методики изучения

Считается, что наибольший удар по химическому составу атмосферы наносят транспорт, предприятия, ЖКХ. Именно поэтому для сравнения хода изменения температуры воздуха были выбраны три метеостанции: Хабаровск, Елабуга, Верховье Урми. Первые две расположены на Средне-Амурской низменности на правом берегу р. Амур, на расстоянии 90 км друг от друга. Высота первой 89 м, второй 69 м. В Хабаровске, где проживают 607 тысяч человек, имеется 147 транспортных компаний, на тысячу человек приходится около 400 машин. Показатель Хабаровского края сравним уже с Москвой, где на тысячу людей приходится 425 автомобилей. В городе работают более 10 крупных заводов. В Елабуге проживает 742 человека, имеется одна транспортная компания, поэтому антропогенная нагрузка на территорию и, соответственно, воздух поселка должна быть минимальной, и соответственно изменения температуры также минимально. Метеостанция Верховье Урми расположена в небольшом поселке на высоте 422 м.

Значения температуры воздуха выбирались из метеорологических ежемесячников. При отсутствии данных за какой либо месяц приходилось их восстанавливать по рекомендациям сотрудников службы, за что мы им очень признательны. По полученным данным было построено 39 графиков в MS Excel, на которых по линии тренда и коэффициенту аппроксимации вычислялась скорость изменения температурного режима.

На рисунке слева выделена полученная формула линейной зависимости. Цвет линий – черный. Например (табл. 1; приложение 1, рис. 1)  $y=0,038-22,03$ . Значение 0,038 показывает насколько изменилась температура за один год, знак плюс – что идет потепление. Весь срок изучения составляет 63 года, поэтому при умножении, получится, что в январе в Хабаровске температура выросла на 2,4°C, в Елабуге (табл. 2) на 2,3°C. Вторая цифра в уравнении – это свободный радикал, указывающий значение температуры, где началась линия тренда.

Красным цветом выделена линия полинома второго порядка, и ближе к правой стороне рисунка приведена формула. Здесь заметно, что с 1995 года начинается снижение скорости роста. Формула полинома подтверждает данную закономерность, т.к. идет с отрицательным значением

$$y = -0,000x^2 + 0,064x - 22,32.$$

### Основные результаты

Всего было построено 39 графиков. Их анализ показал, что на каждой метеостанции скорость и вектор изменения индивиду-

альны для каждого месяца. По линейной зависимости максимальный рост температуры приходится в основном на первую половину года и составляет 1,7–2,8°C (табл. 1). Вместе с тем, полином (красная линия) показывает отрицательные значения. Это означает начало снижения скорости роста температуры в холодное время – с января по апрель включительно примерно с 2000 года, т.е. это происходит почти 15 лет (приложение, рис. 1–3).

Если в целом, если рассматривать обычную линейную зависимость, для обеих метеостанций в среднегодовых значениях характерно повышение температуры. Так, в среднем за 63 года в Хабаровске температура выросла на 1,3°C, а в Елабуге на 1,5°C (табл. 2; приложение, рис. 1–3), в Усть-Умалте на 1,0°C что значительно выше общепланетарной закономерности роста в 0,5°C за 100 лет. Вместе с тем, почти зеркально с холодными месяцами шло снижение скорости роста среднегодовой температуры с 1970 по 2000 гг. Таким образом, рост температуры воздуха в крупном городе в последние 60 лет ниже, чем в небольшом поселке на 0,2°C, но выше, чем в предгорьях.

Таблица 1

Статистика изменения температуры по метеостанции Хабаровск

Месяц	Линейная зависимость	Скорость, °C	Полиномиальная зависимость
Январь	$y = 0,038x - 22,03$	2,4	$y = -0,000x^2 + 0,064x - 22,32$
Февраль	$y = 0,046x - 18,03$	2,9	$y = -0,000x^2 + 0,068x - 18,26$
Март	$y = 0,011x - 7,736$	0,7	$y = -0,001x^2 + 0,108x - 8,785$
Апрель	$y = 0,026x + 3,218$	1,6	$y = -0,000x^2 + 0,072x + 2,720$
Май	$y = 0,034x + 10,98$	2,1	$y = 0,000x^2 + 0,016x + 11,17$
Июнь	$y = 0,027x + 16,99$	1,7	$y = 0,000x^2 - 0,011x + 17,41$
Июль	$y = 0,015x + 20,66$	1,0	$y = -0,000x^2 + 0,026x + 20,54$
Август	$y = 0,005x + 19,60$	0,3	$y = 0,001x^2 - 0,077x + 20,49$
Сентябрь	$y = 0,0086x$	0,5	$y = 0,0009x^2 - 0,0504x$
Октябрь	$y = 0,012x + 4,348$	0,8	$y = 0,001x^2 - 0,079x + 5,354$
Ноябрь	$y = 0,029x - 8,484$	1,8	$y = 0,001x^2 - 0,040x - 7,729$
Декабрь	$y = 0,002x - 18,06$	0,1	$y = 0,000x^2 - 0,032x - 17,67$
Годовая	$y = 0,020x + 1,271$	1,3	$y = 0,000x^2 + 0,005x + 1,436$

Таблица 2

Скорость изменения температуры по метеостанциям, °С

Месяц	Название метеостанций		
	Хабаровск	Елабуга	В. Урми
Январь	2,4	2,3	2,5
Февраль	2,9	2,8	2,6
Март	0,7	1,6	1,5
Апрель	1,6	1,5	1,7
Май	2,1	1,3	2,1
Июнь	1,7	1,9	2,0
Июль	1,0	1,5	1,2
Август	0,3	1,1	0,7
Сентябрь	0,5	1,1	1,0
Октябрь	0,8	1,1	1,0
Ноябрь	1,8	2,1	1,4
Декабрь	0,1	0,1	0,7
Среднегодовая	1,3	1,5	1,0

### Выводы

Были выписаны значения температуры воздуха по трем метеостанциям Хабаровск, Елабуга и Верховье Урми с 1951 г;

По полученным данным было построено 39 графиков динамики ежемесячных и ежегодных температур воздуха в MS Excel, по которым определяли вектор изменения и скорость роста температур за последние 63 г;

Было установлено, что темпы роста температур индивидуальны в каждом месяце. В холодное время года увеличение роста температур выше, чем в теплые, но уже началось циклическое замедление роста температур. Рост среднегодовых температур в поселке был на 0,2°С выше, чем в Хабаровске, в предгорье – ниже – до 0,3 °С.

Таким образом, наша гипотеза о большей скорости роста температуры воздуха в промышленно развитом крупном городе со значительными антропогенными нагрузками на воздух от транспорта и предприятий не подтвердилась. В предгорьях темпы

роста температур ниже, чем в городе и поселке.

При любом виде природопользования необходимо рассматривать динамику температур не по среднегодовым значениям, а по ежемесячным изменениям. Так, снижение начавшаяся тенденция снижения зимних температур может сказаться на качестве сохранения линейных сооружений, на ведении сельскохозяйственных работ из-за более глубокого зимнего промерзания почв.

### Список литературы

1. Данилов-Данильян В.И. Стоит ли России радоваться потеплению климата? // Климатические изменения. Взгляд из России. – М.: Теис, 2003. – С. 13–23.
2. Израэль Ю.А., Груза Г.В., Мелешко В.П. Изменения глобального климата. Роль антропогенных воздействий // Метеорология и гидрология. – 2001. – №5. – С. 5–21.
3. Кокорин А.О. Изменение климата: Обзор состояний научных знаний об антропогенном изменении климата. – М.: Изд-во: РРЭЦ, GOF, WWW-Россия, 2005. – 0 с.
4. Кураев С. Н. Адаптация к изменению климата. – М.: Изд-во: РРЭЦ, GOF, 2006. – 16 с.
5. Монин А.С., Шишков Ю.А. История климата. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 407 с.



Рис. 1. Ход температуры воздуха на метеостанции Елабуга в январе



Рис. 2. Ход температуры воздуха на метеостанции В.Урми в январе

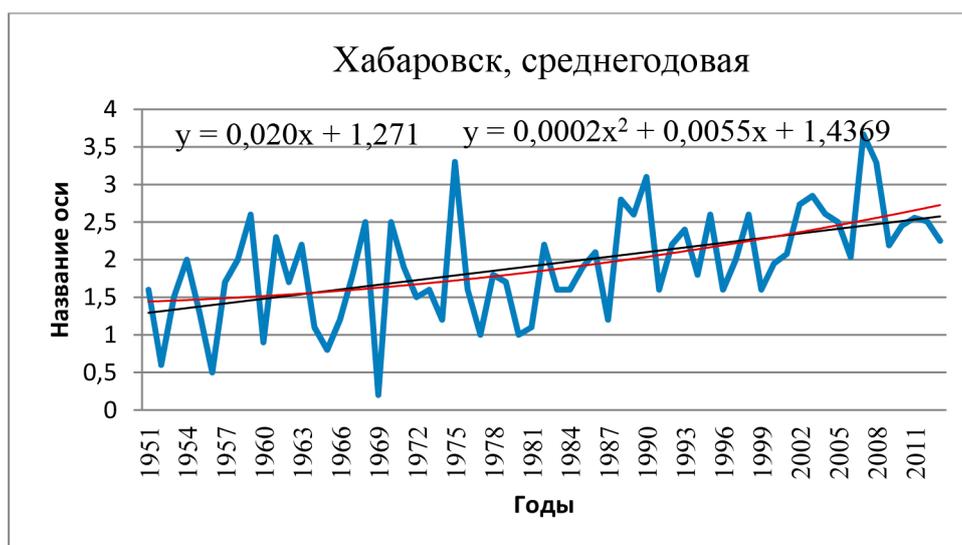


Рис. 3. Ход среднегодовой температуры воздуха на метеостанции Хабаровск