

УДК 551.582.1

Канд. геогр. наук Э.П. Кожаметова *

Канд. техн. наук П.Ж. Кожаметов **

**ОБ ИЗМЕНЕНИИ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА АСТАНЫ И ЕЁ
ОКРЕСТНОСТЕЙ***ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА, ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА И ПОЧВЫ,
СРЕДНЯЯ, АБСОЛЮТНЫЙ МАКСИМУМ, АБСОЛЮТНЫЙ МИ-
НИМУМ, ДАТЫ ПЕРЕХОДА, ЗАМОРОЗКИ, ГОРОДСКОЙ КЛИМАТ*

В статье на основе обработки и анализа данных государственных наблюдательных пунктов рассматривается температурный режим Астана и её окрестностей. Показано, что начиная с конца 90-х годов прошлого столетия, усиливается проявление «городского климата» с очагом тепла в центре. В настоящее время разность температуры воздуха центра города и пригородов составляет в среднем 1,5 °С. Изучен температурный режим и приводятся уравнения для расчета характеристик температуры поверхности почвы в г. Астане.

Как известно, температурный режим наиболее полно характеризует погоду и климат данной территории. В свою очередь термический режим воздуха формируется под влиянием как макромасштабных, так и местных факторов. К макромасштабным факторам относят атмосферную циркуляцию, радиационный режим и характер подстилающей поверхности. К местным – мезо- и микрорельеф, характер растительности и почв, близость водоемов и т.д. В последние годы в связи с увеличением урбанизированных территорий термический режим местности претерпевает сильные изменения. Известно, что в крупных городах формируется «городской» климат, характеризующийся особым термическим режимом. Так, в работе [2] авторы выявили, что в связи с увеличением территории г. Астаны и его населения, проявление «городского климата» усиливается, т.е. разность температур воздуха город – пригород возрастает по мере увеличения города.

* Институт географии, г. Алматы

** Казгидромет, г. Алматы

В настоящее время численность Астаны составляет около 800 тыс. человек [1]. Ожидается дальнейший рост города за счет строительства многих социально значимых объектов, что естественно повлечет за собой дальнейшее изменение «городского климата». В связи с этим представляет большой интерес современный температурный режим города и его окрестностей. Для исследования «городского климата» были использованы данные наблюдательных пунктов РГП «Казгидромет»: метеостанция (М) Астана и 7 пунктов экологического мониторинга. Для оценки температурного режима окрестностей города дополнительно были привлечены данные метеостанций, расположенных вокруг города, в пределах Акмолинской области.

Ниже приведен график годового хода (рис. 1) разности температуры воздуха зимой и летом на 2-х метеостанциях в Акмолинской области (Астана-город и Акколь – севернее города на 100 км) за период 1971...2012 гг.. Он показывает, что разность средних температур воздуха зимой составила около 0,5 °С, а летом около 1 °С. Такое различие вполне объяснимо, так как, во-первых, М Акколь находится севернее М Астана, во-вторых, хоть и незначительно, но проявляется эффект «городского климата». С конца 20 века (когда г. Астана стал столицей и начал развиваться) до сегодняшнего дня величина разности имеет тенденцию к увеличению. Причем, эта тенденция ярче выражена зимой, чем летом. В переходные сезоны года (весной и осенью) тенденция такая же, но по величине разности температур имеет промежуточное положение между зимой и летом.

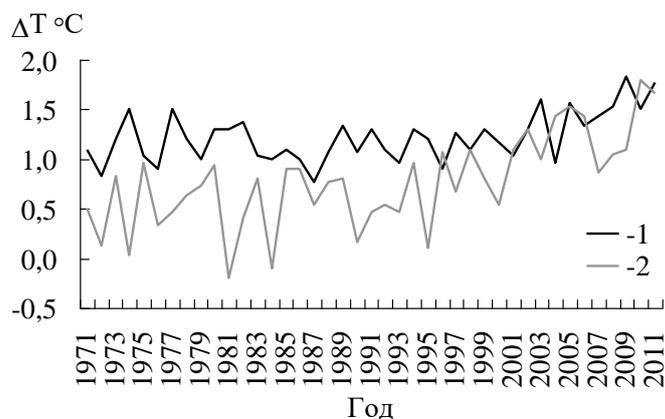


Рис. 1. Разность температур воздуха между М Астана и М Акколь за период 1971...2012 гг. 1 – лето, 2 – зима.

Чтобы узнать, масштабы распространения «городского климата» в окрестности города рассмотрим распределение температуры воздуха в пределах г. Астаны.

На рис. 2 и 3 показано распределение средней месячной температуры воздуха в пределах г. Астаны в январе и июле 2012 г.

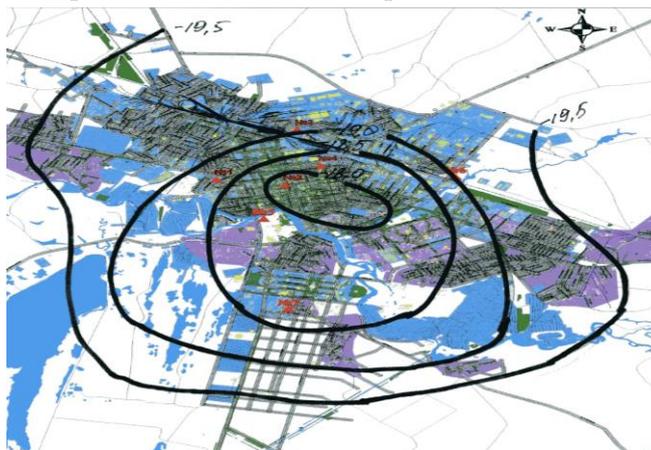


Рис. 2. Распределение средней месячной температуры воздуха ($^{\circ}\text{C}$) в январе 2012 года в г. Астане.

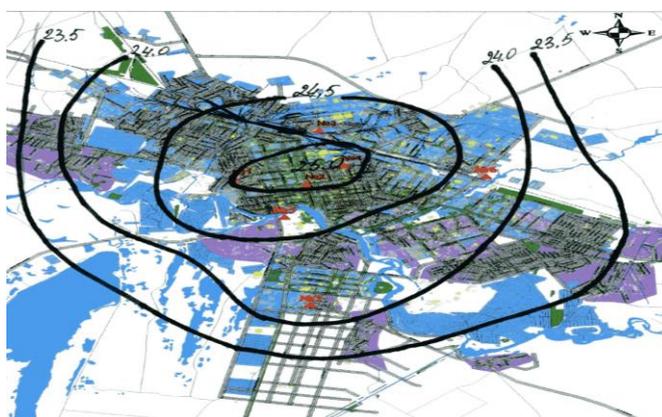


Рис. 3. Распределение средней месячной температуры воздуха ($^{\circ}\text{C}$) в июле 2012 года в г. Астане.

На рисунках видно, что от окраин города к его центру температура воздуха повышается. Так, в январе 2012 г., если в пригороде Астаны температура воздуха составляла $-19,5^{\circ}\text{C}$ и ниже, то в центре города она увеличилась до -18°C , т.е. разность температуры воздуха составила не менее $1,5^{\circ}\text{C}$. В июле 2012 года наблюдалась такая же картина: в пригороде не более $23,5^{\circ}\text{C}$, а в центре города – не менее 25°C . Появление острова тепла («городского климата») в январе в основном связано с влиянием отопительных систем на окружающую среду. В июле повышенная температура воздуха в центре города в основном бывает связаны с нагревом объектов (асфальтовые дороги, здания) от повышенной солнечной радиации. Уста-

новлено, что «городской климат» проявляется во все сезоны года и радиус его распространения составляет примерно 12...15 км от центра города (Сейфуллина – Ауэзова).

Учитывая, что данные о температурном режиме необходимы при проектировании, строительстве и эксплуатации промышленных, жилых объектов, при разработке мероприятий по охране окружающей среды, рассмотрим его изменение во времени, используя данные многолетних наблюдений М Астана.

Как видно на рис. 4, средняя многолетняя месячная температура воздуха в г. Астане достигает минимума в январе и составляет $-16,8\text{ }^{\circ}\text{C}$. В этом месяце в 1893 г. зафиксирован абсолютный минимум температуры воздуха, который равен $-52\text{ }^{\circ}\text{C}$.

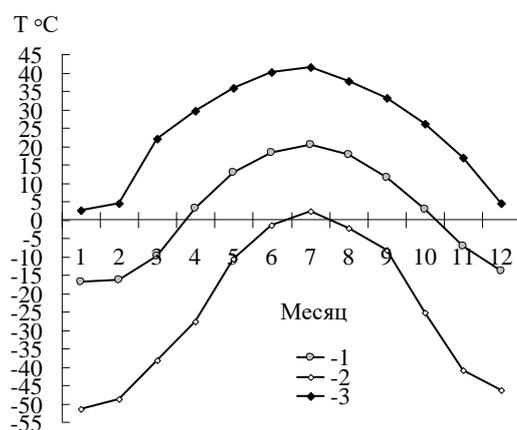


Рис. 4. Внутригодовой ход температуры воздуха на М Астана, $^{\circ}\text{C}$.
1 – средняя, 2 – абсолютный минимум, 3 – абсолютный максимум.

Начиная с февраля, температура воздуха повышается, вначале (в феврале) медленно, затем в летние месяцы интенсивность повышения температуры воздуха увеличивается. Так, за три весенних месяца средняя месячная температура воздуха повышается от $-9,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ в марте до $+12,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ в мае. Летом средняя месячная температура воздуха превышает $17\text{ }^{\circ}\text{C}$ и достигает максимума в июле ($20,4\text{ }^{\circ}\text{C}$). В июле отмечен абсолютный максимум температуры воздуха равный $42\text{ }^{\circ}\text{C}$ (1936 г.). Июль – единственный месяц в году, когда за весь многолетний период наблюдений температура воздуха никогда не опускалась ниже $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. В осенние месяцы температура воздуха имеет такой же ход как и в весенние месяцы, но в обратном порядке, т.е. понижается от $+11,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ в сентябре до $-7,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ в ноябре. Из зимних месяцев декабрь теплее ($-13,9\text{ }^{\circ}\text{C}$), чем январь ($-16,8\text{ }^{\circ}\text{C}$) и февраль ($-16,3\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Температура воздуха в г. Астане наиболее изменчива в холодное полугодие (особенно зимой), чем в теплое. Так, например, (рис. 5) в январе величины среднего квадратического отклонения средней месячной и средней суточной температуры воздуха, а также междусуточная изменчивость температуры воздуха превышают в 2 раза таковые в июле. Это указывает на преобладание неустойчивой погоды в холодное полугодие, что связано с частой сменой циркуляционных процессов зимой.

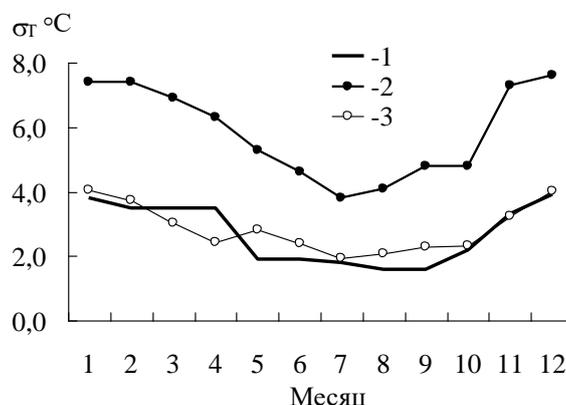


Рис. 5. Изменчивость температуры воздуха на М Астана, °С. 1 – средняя месячная, 2 – средняя суточная, 3 – междусуточная.

Найдена статистически значимая связь между средней месячной температурой воздуха и абсолютным максимумом и абсолютным минимумом температуры воздуха (рис. 6). Наиболее тесная связь получилась с абсолютным минимумом температуры воздуха (коэффициент детерминации равен 0,985). Полученные уравнения связи позволяют определить значения абсолютных температур воздуха, зная среднюю температуру.

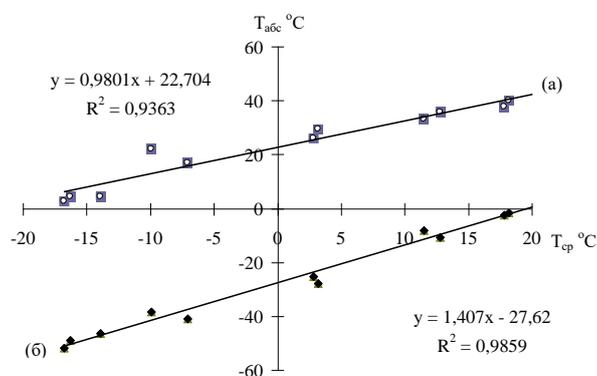


Рис. 6. Корреляционная связь средней месячной температуры воздуха с абсолютным максимумом (а) и абсолютным минимумом (б) температуры воздуха на М Астана.

Для потребителей климатической информации представляют определенный интерес даты перехода средней суточной температуры воздуха через определенные пределы (0°C , 5°C , 10°C , 15°C) и сроки наступления заморозков в воздухе. Эти характеристики приведены в виде горизонтальных диаграмм для весны (рис. 7а) и осени (рис. 7б).

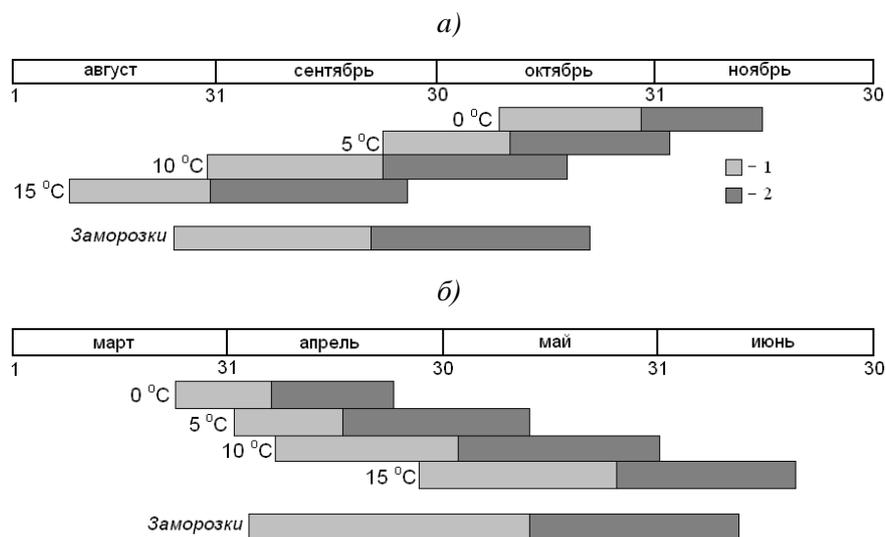


Рис. 7. Периоды перехода среднесуточной температуры воздуха через 0°C , 5°C , 10°C , 15°C и с первыми и последними заморозками осенью (а) и весной (б) в г. Астане. 1 – ранее средней даты, 2 – позднее средней даты.

Как видно, в Астане метеорологическая зима (переход температуры воздуха через 0°C) в среднем наступает в конце октября. Самая ранняя зима может наступить в конце первой декады октября, а самая поздняя – в середине ноября. В среднем, переход средней суточной температуры воздуха через 5°C , 10°C и 15°C осуществляется в конце первой декады октября, в начале второй декады сентября и в конце августа, соответственно. Самые ранние даты перехода температур воздуха могут отличаться от средних дат на 16...23 сут, а самые поздние – на 23...26 суток. Заморозки в г. Астане чаще всего наблюдаются в начале третьей декады сентября. Самые ранние заморозки были отмечены в конце августа, а самые поздние – в начале третьей декады октября.

Метеорологическая зима обычно заканчивается в середине первой декады апреля. В теплые зимы метеорологическая весна может наступить в третьей декаде марта. А в холодные годы зима может продлиться и до конца второй декады апреля. В апреле-мае осуществляется переход средней суточной температуры воздуха через 5°C (в середине апреля), 10°C (в

начале мая) и 15 °С(в конце мая). Самые ранние даты перехода через 5 °С и 10 °С приходятся на начало и конец первой декады апреля, соответственно. А самая ранняя дата окончания весны (переход через 15 °С) была отмечена в конце апреля. Самые поздние даты перехода средней суточной температуры воздуха через 5 °С, 10 °С и 15 °С отличаются от средних дат на 26...29 суток.

Температура воздуха находится в тесной связи с температурой почвы (рис. 8). Коэффициент детерминации или, иначе говоря – доля объясненной дисперсии, составляет 0,986. Это позволяет с достаточной уверенностью рассчитывать температуру почвы, имея данные только о температуре воздуха.

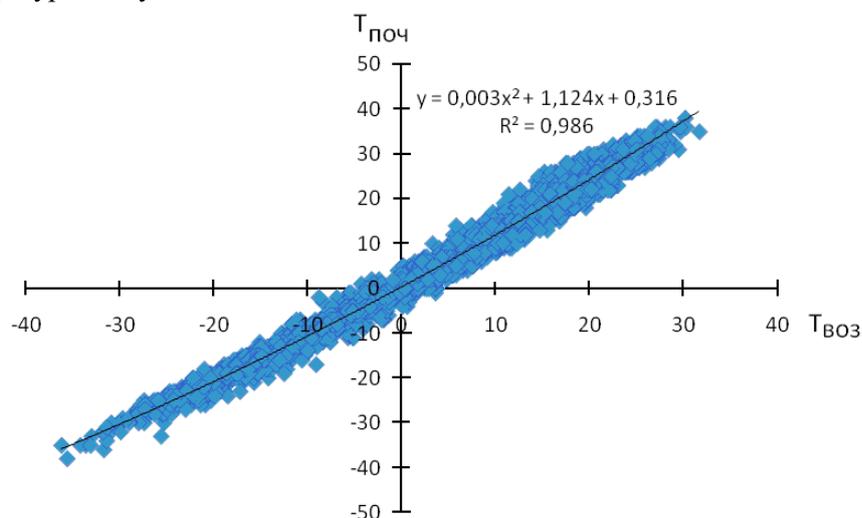


Рис. 8. Корреляционная связь между температурой воздуха и температурой почвы на М Астана.

Рассчитав среднюю температуру почвы (T_n), можно получить значения максимумов (T_{\max}) и минимумов (T_{\min}) температуры почвы по следующим уравнениям регрессии:

а) для всех случаев

$$T_{\max} = 0,009T_n^2 + 1,3T_n + 9,94, \quad (1)$$

$$T_{\min} = -0,006T_n^2 + 0,86T_n - 6,25, \quad (2)$$

б) в случае ясного неба

$$T_{\max} = 0,003T_n^2 + 1,31T_n + 13,87, \quad (3)$$

$$T_{\min} = -0,004T_n^2 + 0,81T_n - 7,95. \quad (4)$$

Приведенные формулы (1-4) имеют долю объясненной дисперсии (R^2) не ниже 0,95...0,97, что указывает на статистически значимую связь между этими параметрами.

Полученные выше результаты исследований могут быть использованы и для оценки изменения температурного режима г. Астаны в будущем. Известно [3], что повышение температуры воздуха наблюдается практически повсеместно по Казахстану и во все сезоны года. С середины 30-х годов прошлого столетия среднегодовая температура воздуха возрастала в среднем на 0,26 °С за каждые 10 лет. По расчетам климатологов Казахстана до конца 21 века повышение температуры воздуха продолжится. В среднем, по территории Казахстана ожидаемое изменение среднегодовой температуры воздуха составит: +1,4 °С к 2030 году, +2,7 °С к 2050 году, а к концу текущего столетия средняя годовая температура воздуха может повыситься более чем на 4 °С [3].

Для расчета температуры воздуха в г. Астане авторы выбрали результаты прогнозов климатологов Казахстана [3] для двух 30-ти летних интервалов: 2015...2045 гг. с серединой в 2030 г. и 2035...2065 гг. с серединой в 2050 г.. Расчет произведен по двум сценариям изменения климата (А1В и А2), которые предполагают быстрый и медленный экономический рост.

Сравнивая фактические многолетние данные, приведенные на рис. 1 и прогностические данные, представленные в табл., можно отметить, что в г. Астане в будущем по обоим сценариям продолжится повышение температуры воздуха во все месяцы года.

Таблица

Средние месячные температуры воздуха, прогнозируемые к 2030 и к 2050 годам, по сценариям изменения климата А1В и А2 по г. Астане

Год	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Сценарий А1В												
2030	-12,7	-12,5	-5,1	8,2	15,6	21,1	23,7	21,1	15,1	6	-2,7	-8,8
2050	-10,8	-10,6	-4	9,1	16,9	22,1	24,8	22,2	16,3	6,8	-1,2	-8,1
Сценарий А2												
2030	-12,5	-12,3	-5	7,9	15,6	21,2	23,8	21,1	15	5,9	-2,3	-8,9
2050	-11,7	-11,5	-4,5	8,7	16,4	22,3	24,6	21,9	15,8	6,4	-1,7	-7,9

Причем, заметно, что при медленном экономическом росте (сценарий А2) по сравнению с быстрым экономическим ростом (сценарий А1В) к 2050 г. ускорится повышение температуры воздуха в г. Астане. Это предполагает

существенное изменение в будущем температурного режима (максимумов и минимумов температур, смещение сроков заморозков, дат перехода температур воздуха и почвы через определенные градации). Изменение температурного режима связано, во-первых, с глобальным потеплением климата, во-вторых, с усилением «городского эффекта». Это требует ведение постоянного климатического мониторинга в данном регионе. Приведенные результаты необходимо считать предварительными, так как только на основе глубокого изучения изменения режима температуры воздуха можно сделать конкретные выводы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Краткие итоги социально-экономического развития в январе 2014 года [Электрон. ресурс]. – 2013. – URL: http://www.astana.stat.kz/ru/socio_economic (дата обращения: 19.02.2014.)
2. Кожаметова Э.П., Кожаметов П.Ж. // О климате и его изменении в городе Астане. // Гидрометеорология и экология. – 2011. – №2. – С. 7-14.
3. III-VI Национальное Сообщение Республики Казахстан Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК ООН). – Астана, 2013. – 274 с.

Поступила 5.03.2014

Геогр. ғылымд. канд. Э.П. Кожаметова
Техн. ғылымд. канд. П.Ж. Кожаметов

АСТАНА Қ. ЖӘНЕ ОНЫҢ АЙНАЛАСЫНДА ТЕМПЕРАТУРАЛЫҚ РЕЖИМНІҢ ӨЗГЕРУІ ТУРАЛЫ

Мақалада мемлекеттік бақылау орындарының мәліметтерін өңдеу және талдау негізінде Астана қаласындағы және оның айналасындағы температуралық режим қарастырылды. Өткен жүзжылдықтың 90-шы жылдары соңынан бастап жылу ошағы қала орталығында байқалатын «қалалық климаттың» білінуі жыл сайын күшейіп келе жатқаны көрсетілген. Қазіргі уақытта қала орталығы мен оның шетінде ауа температурасының айырмашылығы орташа 1,5 °С болып отыр. Астана қ. жер беті топырағының температуралық режимі зерттелді және олардың сипаттамаларын есептеу үшін теңдеулер келтірілді.