

Е.А. Таланов¹, С.Е. Полякова², Д.К. Кисебаев³, К.М. Болатов⁴

¹Докт. географ. наук, доцент, профессор кафедры метеорологии и гидрологии факультета географии и природопользования (Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан)

²Канд. географ. наук, доцент, профессор кафедры метеорологии и гидрологии факультета географии и природопользования (Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан)

³Магистрант 2-го курса кафедры метеорологии и гидрологии факультета географии и природопользования (Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан)

⁴Магистр, докторант 2-го курса кафедры метеорологии и гидрологии факультета географии и природопользования (Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан)

СТАТИСТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ АТМОСФЕРНЫХ ВОЛН ХОЛОДА И ТЕПЛА (НА ПРИМЕРЕ ИЛЕ АЛАТАУ)

Аннотация. Рассмотрена технология сверхдолгосрочного прогнозирования экстремальных температур воздуха на каждый день (2017 года) с заблаговременностью один год для высокогорного пояса Иле Алатау. При этом учитывались синоптические процессы в декабре предыдущего года. Осуществлялась корректировка предсказанных трендов ежедневных максимальных и минимальных температур воздуха по региональным прогнозам аномалий месячного температурного фона (май-август). Описана процедура последующей интерпретации экстремальных температур воздуха у поверхности земли с учетом среднесрочных прогнозов погоды (детализация по дням). Анализ изменений внутригодового хода ежесуточных максимальных и минимальных температур воздуха (скорректированных по прогнозам в 2017 г.) по отношению к соответствующим статистическим данным с детализацией по дням (1971-2000 гг.) на МС Мынжилки позволили выявить периоды гляциальной селевой опасности разного уровня (зеленый, желтый, красный).

Ключевые слова: гляциальная селевая опасность, экстремальные температуры воздуха, прогноз, формы циркуляции атмосферы, опасные явления.

Введение. В период повышения температуры воздуха и продвижения нулевой изотермы высоко в горах наблюдается обострение гляциальной селевой опасности. Так, усиливаются термокарстовые проявления, влекущие за собой разного рода изменения во внутриледниковой системе каналов стока, просадку мерзлой обломочной породы и ослабление озерных дамб. Во вторых, резко увеличивается приток талых вод в озерные котловины, что может вызвать опасное переполнение последних. Именно при сочетании этих двух процессов ситуация становится угрожающей. Например, достаточно незначительного перелива, чтобы озерная плотина разрушилась, или начавшегося истечения воды, чтобы система гротов и туннелей стремительно расширилась, затем озеро быстро опорожнилось [2]. В этой связи для своевременного предупреждения гляциальной селевой опасности важна информация о температурном фоне (высоте нулевой изотермы) и аномалиях волн тепла (холода) в летний период.

Цель. Статистический анализ климатического внутригодового хода температуры воздуха и его изменчивости с учетом синоптических процессов для высокогорного пояса Иле Алатау.

Задачи: 1. Исследовать тенденции изменения внутригодового хода максимальных и минимальных температур воздуха (годовых, месячных, суточных) в высокогорье;

2. Определить параметры сглаживающих интерполяционных формул для метеорологических величин, изменяющихся внутри года.

Концепция. Рассмотрение последовательностей характеристик атмосферных волн холода и тепла как стохастических (вероятностных, случайных) процессов (функций).

Задача состоит в том, чтобы на основании реально наблюдаемых рядов температуры воздуха (средних, максимальных, минимальных) получить такие сочетания их структурных элементов, которые обычно не наблюдаются в коротких рядах. При этом оцениваются и учитываются вероятности и стохастические взаимосвязи этих сочетаний.

Общеизвестны положение и зависимость каждого члена временного ряда от нескольких членов, ему предшествующих. Применить методы позволяющие разложить сложный природный

процесс нагревания и охлаждения воздушных масс, отображаемый наблюдаемым внутригодовым ходом метеорологических величин, на его элементарные составляющие с различными временными масштабами вариаций. Обычно используется трехэтапная процедура при построении подходящей модели:

- 1) идентификация – анализ данных наблюдений и любой полезной информации в целях подбора простейших вариантов, заслуживающих апробацию;
- 2) оценивание – определение параметров, от которых зависит приемлемость рассматриваемой модели;
- 3) диагностическая проверка – оценка согласованности аппроксимирующей модели с имеющимися данными с целью выявить недостатки модели и улучшить ее сходимость.

Общая схема численного прогностического алгоритма ежедневных экстремальных температур воздуха. Сверхдолгосрочный прогноз экстремальных температур воздуха на каждый день с заблаговременностью один год для МС Мынжилки (высота 3017 м над ур.м.) составляется по методике, разработанной в ОДПП Гидрометцентра РГП «Казгидромета» (под руководством Е.Ф.Морозовой [4]). Новая усовершенствованная прогностическая технология расчета элементов погоды (РЭП) предполагает корректировку внутригодового хода по прогнозу аномалий месячного температурного фона (МП) с последующей интерпретацией для среднесрочного прогноза экстремальной температуры воздуха у поверхности земли с детализацией по дням [1].

Для составления прогноза годового хода суточных максимальных и минимальных температур воздуха на 2017 год для МС Мынжилки были использованы подходы и правила в следующей последовательности.

Этап 1. Определение индекса форм циркуляции.

По картам естественно-синоптических периодов с помощью классификации А.Л. Каца – Г.М. Бондаря [3] были определены типы атмосферных процессов в декабре предшествующего прогнозу 2016 года: зональная форма циркуляции (Зон) наблюдалась 8 дней и преобладала меридиональная западная форма (Зф) – 23 дня. Индекс формы циркуляции (ИФЦ) рассчитывается по формуле:

$$\text{ИФЦ} = 1 \times (\text{Зон}) + 3 \times (\text{Зф}) + 5 \times (\text{Ц}) + 7 \times (\text{С}) + 9 \times (\text{В}), \quad (1)$$

где в скобке () - количество дней в месяце с формой циркуляции зональной (Зон), западной (Зф), центральной (Ц), смешанной (С) и восточной (В) [3].

Эта сумма (1) представляет собой индексированную форму циркуляции и характеризует преобладающую циркуляцию в месяце.

Этап 2. Определение периодов колебаний синоптических волн.

Между периодами колебаний синоптических волн (τ) и значением ИФЦ в декабре была установлена зависимость [4]:

$$\tau_1 = -0,0001 \times (\text{ИФЦ})^2 + 0,0335 \times (\text{ИФЦ}) + 12,188 \quad \text{для интервала } 10 \div 20 \text{ суток}, \quad (2)$$

$$\tau_2 = 0,00003 \times (\text{ИФЦ})^2 - 0,0075 \times (\text{ИФЦ}) + 5,7919 \quad \text{для интервала } 5 \div 7 \text{ суток}. \quad (3)$$

Периоды более высокого порядка не рассчитываются, они соответствуют ритмам синоптических процессов: $\tau_3 = 45,5$ сут., $\tau_4 = 90$ сут., $\tau_5 = 180$ сут.

Для МС Мынжилки (декабрь 2016 г.) ИФЦ=77 дней, $\tau_1 = 14,2$ дня, $\tau_2 = 5,4$ дня.

Этап 3. Определение начальной фазы синоптической волны.

В Excel производится расчет временного хода ежесуточных значений минимальных и максимальных температур воздуха за весь предшествующий прогнозу 2016 год и определяются параметры их параболических трендов:

$$T_{\text{макс}}(2016) = -0,0006x^2 + 0,2159x - 9,603; \quad R^2 = 0,64 \quad (4)$$

$$T_{\text{мин}}(2016) = -0,0006x^2 + 0,2226x - 17,324; \quad R^2 = 0,66 \quad (5)$$

Определяется значение начальной фазы колебаний синоптических волн (ϕ_1), причем отдельно для максимальной и минимальной температур воздуха по следующим правилам:

1) если 18 декабря в предшествующем прогнозу году (352 день от начала года) линия фактических значений $T_{\max}$ или $T_{\min}$ лежит ниже линии фактического параболического тренда, то $\varphi_1 = 3\pi/2$;

2) если выше, то $\varphi_1 = \pi/2$;

3) если значения $T_{\max}$ или $T_{\min}$ лежат на линии тренда, то $\varphi_1 = 0$ (при восходящей ветви хода температуры воздуха) или $\varphi_1 = \pi$ (при нисходящей ветви).

В первом приближении: $\varphi_2 = \varphi_3 = \varphi_4 = 0$; $\varphi_5 = \pi$.

Для МС Мынжилки 18 декабря 2016 г. фактическая $T_{\max} = -3,5^\circ\text{C}$ выше температуры параболического тренда ($-7,5^\circ\text{C}$), поэтому начальная фаза колебания волны $\varphi_1 = \pi/2$. Для минимальной температуры воздуха соотношение аналогичное ($-10,7^\circ\text{C} > -13,3^\circ\text{C}$) и $\varphi_1 = \pi/2$.

Этап 4. Построение прогностического уравнения.

Прогностическое уравнение (6) имеет вид [4]:

$$T_{\max(\min)} = At^2 + Bt + C + \frac{(183-t)^2 + 120^2}{150^2} \times \left[3 \sin\left(\frac{2\pi}{\tau_1}t + \varphi_1\right) + 2 \sin\left(\frac{2\pi}{\tau_2}t\right) + \sin\frac{2\pi}{\tau_3}t + 2 \sin\frac{2\pi}{\tau_4}t + \sin\left(\frac{2\pi}{\tau_5}t + \varphi_5\right) \right]. \quad (6)$$

Для МС Мынжилки за период 2000-2014 гг. определены средние многолетние значения коэффициентов параболы (А, В, С) для годового хода суточных максимальных и минимальных температур воздуха (таблица 1).

Таблица 1– Значения коэффициентов параболы для ежедневных максимальных и минимальных температур воздуха с оценкой показателя детерминации по МС Мынжилки

Параметры параболы, формула (6)	А	В	С	R^2
Период 1971-2000 гг.				
$T_{\max}$	-0,0006	0,2388	-13,414	0,91
$T_{\min}$	-0,0006	0,2543	-23,232	0,88
Период 2000-2014 гг.				
$T_{\max}$	-0,0006	0,2411	-12,864	0,89
$T_{\min}$	-0,0006	0,2504	-21,79	0,88
Сверхдолгосрочный прогноз (СДП) на 2017 г.				
$T_{\max}$	-0,0006	0,2408	-12,592	0,75
$T_{\min}$	-0,0006	0,2501	-21,518	0,77
Месячный прогноз (МП) на 2017 г.				
$T_{\max}$	-0,0006	0,246	-13,902	0,92
$T_{\min}$	-0,0007	0,262	-23,744	0,88

По сверхдолгосрочному прогнозу (СДП) на 2017 г. на МС Мынжилки среднегодовая величина максимальной температуры воздуха составит $4,5^\circ\text{C}$, а для минимальной температуры – минус $2,8^\circ\text{C}$. Аналогичные среднемноголетние температуры воздуха достигали $2,8^\circ\text{C}$ и минус $5,7^\circ\text{C}$ (1936–1980 гг.) [5]. Уравнение корреляционной связи ежедневных значений температур воздуха по СДП и статистическими данными за период 1971-2000 гг. [6] имеет следующий вид (рисунок 1, линии 2 и 3 соответственно):

$$T_{\max}(\text{СДП}) = 0,936 \times T_{\max}(1971-2000) + 1,71; \quad R^2 = 0,71,$$

$$T_{\min}(\text{СДП}) = 0,883 \times T_{\min}(1971-2000) + 2,04; \quad R^2 = 0,68.$$

Этап 5. Корректировка временного хода экстремальных температур воздуха по месячным прогнозам их аномальных значений.

Закономерный внутригодовой ход метеорологических величин традиционно описывается одним из вариантов синусоидальной аппроксимации. Интерполяционное выражение такого рода с приемлемой точностью и допустимым для обобщений и систематизации числом параметров целесообразно ограничить двухгармоническим приближением [2]:

$$T_{\max(\min)}(i) = M(T) + A_1(T) \sin \left[\left(\frac{\pi}{6} \right) (0,0329i + 0,5) + \varphi_1(T) \right] + A_2(T) \sin \left[\left(\frac{\pi}{3} \right) (0,0329i + 0,5) + \varphi_2(T) \right], \quad (7)$$

где $M(T)$ – среднее годовое значение температуры воздуха (максимальных или минимальных величин);

$A_1()$, $A_2()$ – первая и вторая амплитуды (половины размаха аппроксимирующих синусоид от их максимумов к их минимумам);

i – последовательность дней (номер суток) в году;

$\varphi_1()$, $\varphi_2()$ – первая и вторая величины смещения по фазе.

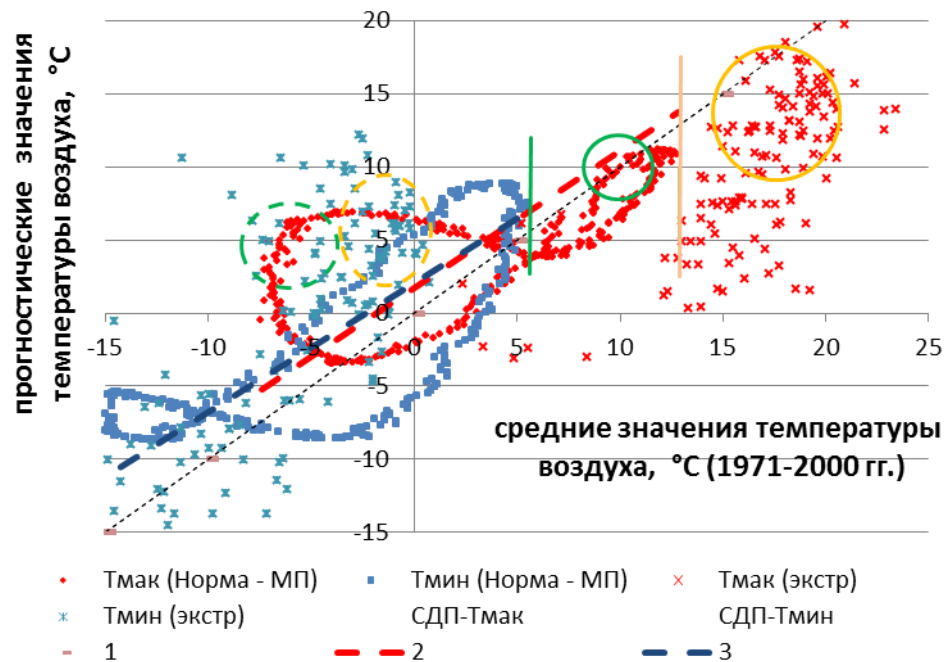


Рисунок 1. Изменение внутригодового хода ежесуточных максимальных (красный) и минимальных (синий) температур воздуха по сверхдолгосрочному прогнозу на 2017 г. (соответственно линейный тренд 2 и 3) относительно статистических данных с детализацией по дням (1971-2000 гг.) на МС Мынжилки, вариаций месячных аномалий $T_{\max}$ (Норма-МП) и $T_{\min}$ (Норма-МП), а также пульсаций ежедневных экстремальных температур ($T_{\max}$ и $T_{\min}$), начиная с 1 мая по 30 августа 2017 г. (крестики соответственно красные и синие).

Параметры уравнения (7) вычисляются с использованием данных по среднемноголетним месячным значениям температуры воздуха [4]:

$$a_1 = (1/6) \sum T(g) \cos(\pi g/6); \quad a_2 = (1/6) \sum T(g) \cos(\pi g/3);$$

$$b_1 = (1/6) \sum T(g) \sin(\pi g/6); \quad b_2 = (1/6) \sum T(g) \sin(\pi g/3);$$

$$A_1(T) = [(a_1)^2 + (b_1)^2]^{0,5}; \quad A_2(T) = [(a_2)^2 + (b_2)^2]^{0,5};$$

$$\alpha_1 = \arctg |a_1 / b_1|; \quad \alpha_2 = \arctg |a_2 / b_2|;$$

$$\text{если } a > 0, b < 0, \text{ то } \varphi = \pi - \alpha,$$

$$a > 0, b > 0, \text{ то } \varphi = \alpha,$$

$$a < 0, b < 0, \text{ то } \varphi = \pi + \alpha,$$

$$a < 0, b > 0, \text{ то } \varphi = 2\pi - \alpha.$$

Здесь величина g (номер месяца).

Основные результаты. Оценка величин a и b ведется с использованием средних месячных значений температуры воздуха с учетом их корректировки на величину спрогнозированной аномалии по месяцам. Значения параметров скорректированного временного хода максимальных и минимальных температур воздуха (таблица 1) позволили повысить значения коэффициента детерминации практически до 0,9 (рисунок 1). На абсолютных высотах 3000 м (Иле Алатау) в июле среднемноголетние максимальные температуры воздуха имеют значения $11,8 \pm 1,1^\circ\text{C}$, а

минимальные – $4,6 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ [6]. За аномально жаркую погоду (аномально холодную) принято считать ситуацию, когда сохранение над данной территорией (в течение пяти суток и более) значений среднесуточной температуры воздуха выше (ниже) климатической нормы на 7°C и более [1]. В прогнозах погоды указывается минимальная температура воздуха на ночь и максимальная на день ($^{\circ}\text{C}$) или изменение температуры при аномальном ходе (только в прогнозах погоды на сутки и их уточнениях), если оно ожидается на 5°C и более за полусутки. При этом температура по пункту указывается в интервале не более 2°C , а по территории – в интервале не более 5°C . Прогноз опасных явлений (ОЯ) должен быть дан не позднее чем за двое суток до его возникновения.

По результатам анализа фактической синоптической обстановки, карт фактических значений максимальной и минимальной температуры на ближайшие день и ночь необходимо решить две задачи:

1. Выявить наличие зон экстремально высоких температур, где прогностические значения максимальных температур выше порога, определенного для данной территории как критерий ОЯ (сильная жара). При выявлении таких зон разрабатывается штормовое предупреждение $T_{\text{макс}}$ (экстр) не зависимо от продолжительности периода;

2. Определить территории (пункты), где фактические и ожидаемые значения среднесуточной температуры воздуха (в том числе $T_{\text{макс}}$ и $T_{\text{мин}}$) выше климатической нормы на 7°C (5°C) и более.

При наличии в ежедневных прогнозах положительных величин среднесуточной температуры воздуха, превышающих норму (за период 1971-2000 гг.) [6] в течение пяти суток и более на МС Мынжилки (рисунок 1, участки выделены зеленой окружностью – пунктир для минимальных температур), составляется фоновый прогноз начала гляциального селеопасного периода (зеленый уровень). Начало гляциального селеопасного периода приходится на 16 июня 2017 г. (высота нулевой изотермы устойчиво выше 4200 м).

В период с мая по сентябрь составляется краткосрочный прогноз аномалий максимальной (день) и минимальной (ночь) температур воздуха для МС Мынжилки. При наличии в ежедневных прогнозах положительных величин $T_{\text{макс}}$ и $T_{\text{мин}}$, превышающих экстремальные температуры воздуха (за период 1971-2000 гг.) [6] в течение трех суток и более (рисунок 1, участки выделены желтой окружностью), составляется предупреждение о гляциальной селевой опасности с оценкой вероятности (не менее 50%) прорывов моренных озер (желтый уровень).

Начиная с 6-7 июля 2017 г., метеорологические условия благоприятны для увеличения интенсивности талого стока, термокарстовых процессов на морене и прорыва моренных озер в бассейне р. Киши Алматы (и на сопредельных территориях центральной части Иле Алатау) с вероятностью более 50%.

Параболические линии представляют собой годовые тренды максимальной и минимальной температуры воздуха (рисунок 2, линии 1 и 2 для периода май-сентябрь включительно), которые учитывают суперпозиции колебаний: длинноволновых за счет изменения склонения солнца в течение года и коротковолновых за счет синоптических процессов. Максимум солнечной радиации приходится на сроки, близкие ко дню летнего, а минимум – зимнего солнцестояния, что соответствует максимуму и минимуму параболического тренда.

В целом в модель включены: естественно-синоптические периоды продолжительностью (τ) около 6 суток, периоды возмущений длинных волн ($\tau=14$ сут.) и сверхдлинных волн, которые соответствуют ритмам синоптических процессов ($\tau=45,5$; 90 и 180 сут.). Основной период (в среднем около 14 суток) связан с перемещением барических образований у поверхности земли. В первой декаде мая 2017 г. преобладала зональная форма циркуляции атмосферы (123-132 сутки от начала года), во второй декаде – смешанная форма (133-140 сутки), а в третьей декаде наблюдалась западная форма циркуляции атмосферы. С учетом синоптических процессов произошло синхронное смещение в ходе уточненных прогнозных величин $T_{\text{макс}}$ и $T_{\text{мин}}$ по отношению к волнам тепла и холода сверхдолгосрочного прогноза экстремальных температур воздуха.

В третьей декаде июня повышение температуры воздуха достигло наибольших значений, с превышением нормы (дневное время 22-25 числа) и двух ночей этого периода (рисунок 2). Такая ситуация была оценена, как аномально жаркая погода на абсолютной высоте 3000 м. Причем штормовое предупреждение о сильной жаре с продолжительностью не менее 3 суток считают успешным. Второй пик сильной жары отмечен 11-16 июля 2017 г., а ночью 13-14 июля. Следующая аномальная волна тепла наблюдалась 6-10 августа (218-222 сутки) в дневное и ночное время (рисунок 2, линии 5 и 6).

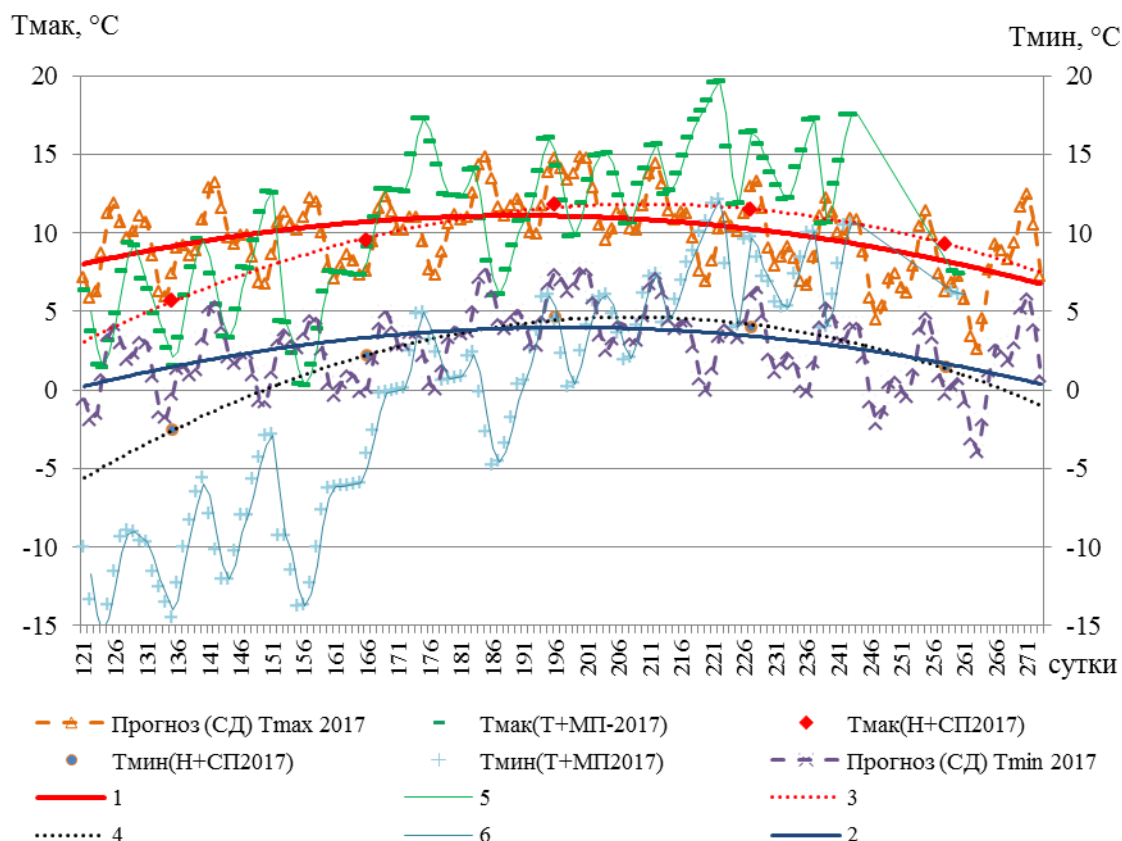


Рисунок 2. Временной ход среднемноголетних ежесуточных значений и прогностических $T_{\max}$ и $T_{\min}$ (1 и 2 сверхдолгосрочных – СД, 3 и 4 внутримесячных – Н+СП, 5 и 6 экстремальных – Т+МП) в период май-сентябрь 2017 г. на МС Мынжилки

Выводы.

1. По сверхдолгосрочному прогнозу на 2017 г. на МС Мынжилки среднегодовая величина максимальной температуры воздуха ожидается до $4,5^{\circ}\text{C}$, а для минимальной температуры – минус $2,8^{\circ}\text{C}$. Эти показатели существенно выше статистических характеристик за многолетний период (1936-1980 гг.) на $1,7^{\circ}\text{C}$ (для $T_{\max}$) и $2,9^{\circ}\text{C}$ (для $T_{\min}$);

2. В 2017 г. гляциальный селеопасный период наступил 16 июня (зеленый уровень опасности), когда наблюдался устойчивый положительный температурный фон (в дневное и ночное время) превышающий среднемноголетние максимальные и минимальные значения на МС Мынжилки. Высота нулевой изотермы находилась выше 4200 м. Осадки выпадали преимущественно в жидком виде;

3. Затем 21-23 июня прогрев воздуха в высокогорном поясе резко увеличился. Значительные осадки выпадали 25 июня и в период 27-29 июня. В этот период высота нулевой изотермы не опускалась ниже 3800 м. Начиная с 6-7 июля 2017 г., уточненные прогностические значения $T_{\max}$ и $T_{\min}$ привысили экстремальные температуры воздуха (за период 1971-2000 гг.) в течение более трех суток. Высота нулевой изотермы достигла 5000 м. В результате этого следует объявить гляциальную селевую опасность в бассейне р. Киши Алматы с оценкой вероятности (не менее 50%) прорывов моренных озер (желтый уровень).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Вильфанд Р.М., Васильев П.П., Лукьянов В.И., Голубев А.Д. Методические указания по прогнозу опасного природного явления – аномально холодной (аномально жаркой) погоды на территории России. – М.: Обнинск: ОАО Фабрика офсетной печати, 2010. – 13 с.
- [2] Виноградов Ю.Б., Виноградова Т.А. Математическое моделирование в гидрологии: учеб. пособие для студ. учреждений высш. проф. образования. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 340 с.
- [3] Каталог А.Л. Каца – Г.М. Бондаря: Типы синоптических процессов над первым естественно-синоптическим районом северного полушария и Казахстаном за период с 1938 года по настоящее время. – Алматы: РГП «Казгидромет», 2001. – 137 с.

[4] Методическое руководство по составлению и оценке сверхдолгосрочного прогноза временного хода максимальной и минимальной температуры воздуха по юго-востоку Казахстана. – Алматы: РГП «Казгидромет», 2004. – 20 с.

[5] Научно-прикладной справочник СССР. Серия 3. Многолетние данные. Вып. 18. Книга 1. – Л.: Гидрометеиздат. 1989. – 514 с.

[6] Справочник по климату Казахстана. Раздела I «Температура воздуха». Выпуск 14. Алматинская область. – Алматы: РГП «Казгидромет», 2004. – 563 с.

REFERENCES

[1] Vilfand R.M., Vasil'ev P.P., Lukyanov V.I., Golubev A.D. Methodical instructions for the forecast of a dangerous natural phenomenon - anomalously cold (abnormally hot) weather in the territory of Russia. - M.: Obninsk: OJSC The factory of offset printing, 2010. -13 p. (in Russian).

[2] Vinogradov Yu.B., Vinogradova T.A. Mathematical modeling in hydrology: Textbook. allowance for stud. institutions of higher education. - Moscow: Publishing Center "Academy", 2010. - 340 p. (in Russian).

[3] The catalog of A.L. Katz - G.M. Bondar: Types of synoptic processes over the first natural synoptic area of the northern hemisphere and Kazakhstan for the period from 1938 to the present. - Almaty: RSE "Kazhydromet", 2001. - 137 p. (in Russian).

[4] Methodological guidelines for the compilation and evaluation of the long-term forecast of the time course of maximum and minimum air temperature in the southeast of Kazakhstan. - Almaty: RSE "Kazhydromet", 2004. - 20 p. (in Russian).

[5] Scientific and applied handbook of the USSR. Series 3. Perennial data. Issue 18. Book 1. - L.: Gidrometeoizdat. 1989. - 514 p. (in Russian).

[6] A guide to the climate of Kazakhstan. Section I "Air temperature". Issue 14. Almaty region. - Almaty: RSE "Kazhydromet", 2004. - 563 p. (in Russian).

Е.А. Таланов¹, С.Е. Полякова², Д.К. Кисебаев³, Қ.М. Болатов⁴

¹Г.ғ.д., доцент, География және табиғатты пайдалану факультетінің метеорология және гидрология кафедрасының профессоры (әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан)

²Г.ғ.к., доцент, География және табиғатты пайдалану факультетінің метеорология және гидрология кафедрасының профессоры (әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан)

³География және табиғатты пайдалану факультетінің метеорология және гидрология кафедрасының магистранты (әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан)

⁴Магистр, География және табиғатты пайдалану факультетінің метеорология және гидрология кафедрасының 2 оқу жылы докторанты (әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан)

АТМОСФЕРАЛЫҚ СУЫҚ ЖӘНЕ ЖЫЛУ ЭКСТРЕМАЛЬДІ ТОЛҚЫНДАРЫНЫҢ РЕТТІЛІК СТАТИСТИКАЛЫҚ ҚҰРЫЛЫМЫ (ІЛЕ-АЛАТАУ МЫСАЛЫ БОЙЫНША)

Аннотация. Іле Алатауының биік таулы белдіктер үшін күнбұрындылығы бір жыл құрайтын әр күнге (2017 ж) экстремальді ауа температурасының өте ұзақ мерзімді болжамының технологиясы қарастырылды. Синоптикалық процесстер алдыңғы жылдың желтоқсан айында ескерілді. Айлық температура фоны (мамыр-тамыз) аномалиясының аймақтық болжамдары бойынша күнделікті максимальді және минимальді ауа температурасының болжанған тренд қателіктері енгізілді. Орташа мерзімді (детализациясы әр күн сайын) ауа-райы болжамдарды ескере отырып, жер бетіндегі экстремальді ауа-температураларын интерпретация процедурасы сипатталды. Жыл ішіндегі тәуліктік максимальді және минимальді ауа температурасы жүрісінің (2017 ж болжамдар бойынша түзетілген) сараптамасы МС Мыңжылқы бойынша дәлдігі әр күн сайын (1971-2000 жж.) статистикалық мәліметтерге қатысты гляциальді сел қатері деңгейі әртүрлі кезеңдерді анықтауға мүмкіндік берді (жасыл, сары, қызыл).

Түйін сөздер: гляциальді сел қатері, экстремальді ауа температуралары, болжам, атмосфера циркуляция формалары, қауіпті құбылыс.

Ye. Talanov¹, S. Polyakova², D. Kisebayev³, K. Bolatov⁴

¹Doctor of Geographical Sciences, docent, Professor of the Department of Meteorology and Hydrology of the Faculty of Geography and Nature Management (Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan)

²Candidate of Geographical Sciences, docent, Professor of the Department of Meteorology and Hydrology of the Faculty of Geography and Nature Management (Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan)

³Master degree student of the Department of Meteorology and Hydrology, Faculty of Geography and Nature Management (Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan)

⁴Master of Science, second-year doctoral student of the Department of Meteorology and Hydrology, Faculty of Geography and Nature Management (Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan)

STATISTICAL SEQUENCE STRUCTURE OF EXTREME ATMOSPHERIC COLD AND HEAT WAVES (AN EXAMPLE OF ILE ALATAU)

Abstract. The technology of ultra-long-term forecasting of extreme air temperatures for each day (2017) with a lead time of one year for the highland belt of Ile Alatau is considered. At the same time, the synoptic processes were taken into account in December of the previous year. The predicted trends of daily maximum and minimum air temperatures were corrected according to regional forecasts of anomalies in the monthly temperature background (May-August). The procedure for the subsequent interpretation of extreme air temperatures near the earth's surface is described taking into account the medium-term weather forecasts (detailed by day). Analysis of the changes in the intra-annual course of daily maximum and minimum air temperatures (adjusted according to forecasts in 2017) in relation to the corresponding statistical data with detailed data on the days (1971-2000) on the Mynzhilki MS allowed to reveal periods of glacial mudflow hazard of different levels (green, yellow, red).

Keywords: glacial mudflow hazard, forecast, extreme air temperatures, atmospheric circulation forms, dangerous phenomena.