

УДК 551.56

*Ю.П. ПЕРЕВЕДЕНЦЕВ, Б.Г. ШЕРСТЮКОВ, Э.П. НАУМОВ, М.А. ВЕРЕЩАГИН,
Ю.Г. ХАБУТДИНОВ, Н.В. ИСМАГИЛОВ, В.Д. ТУДРИЙ, Ф.В. ГОГОЛЬ (РОССИЯ)*

КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПОСЛЕДНИХ ДЕСЯТИЛЕТИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ТАТАРСТАНА*

The basic particularities of spatial-temporal changes of various climate parameters on territory of Tatarstan for the period 1966–2004 are considered.

Проблема глобальных и региональных изменений окружающей среды и климата становится в настоящее время как никогда актуальной в связи с усиливающимся влиянием антропогенных факторов (в том числе и с продолжающимся ростом концентрации углекислого газа, метана и других парниковых газов в атмосфере) и ее социально-экономической значимостью.

Особенностью нынешнего потепления климата является то, что оно охватывает все широтные зоны Земли, наиболее ярко выражено в холодный период, при этом скорость повышения температуры воздуха над сушей вдвое превышает аналогичный показатель над океаном. Предсказывается также дальнейшее глобальное потепление климата [1].

Сотрудниками кафедры метеорологии, климатологии и экологии атмосферы Казанского государственного университета подготовлена и недавно опубликована монография «Климатические условия и ресурсы Республики Татарстан» [2], основные сведения из которой приводятся в данной статье.

Как известно, тепловая энергия лежит в основе всех атмосферных процессов, и поэтому температура воздуха является одним из важнейших элементов погоды и климата. Термический режим воздуха формируется под влиянием как макромасштабных, так и местных факторов. Основной характеристикой термического режима служат средние месячные и годовые температуры воздуха [3].

Рассмотрим распределение многолетней средней годовой температуры воздуха (СГТВ) по территории Республики Татарстан, осредненной по 15 станциям за период 1966–2004 гг. Эта величина повсеместно положительная и имеет более низкие значения на северо-западе (Арск, 3,4 °С), на северо-востоке (Мензелинск, 3,3 °С), на юго-востоке республики в районе Бугульминско-Белебеевской возвышенности (Бугульма, 3,2 °С). В то же время на западе (Вязовые, 4,0 °С), юго-западе (Дрожжаное, 3,9 °С), в Казани (4,1 °С), Лаишево (4,0 °С) она заметно выше. Диапазон колебаний средней годовой температуры воздуха в 1966–2004 гг. по территории Республики Татарстан – от 0,1 °С (Мензелинск, 1969 г.) до 6,3 °С (Казань, оп., 1995 г.). Отметим, что на 13 станциях из 15 наиболее низкая температура отмечена в

* Авторы статьи, за исключением Б.Г. Шерстюкова, – сотрудники кафедры метеорологии, климатологии и экологии атмосферы Казанского государственного университета (Республика Татарстан).

1969 г., а в 1995 г. на 14 станциях из 15 зафиксирована наиболее высокая средняя годовая температура воздуха, что свидетельствует об однородности температурного поля. Причем колебания более низких значений СГТВ в 1969 г. наблюдаются в интервале $0,1 \div 1,7$ °С, а более высоких в 1995 г. – в пределах $5,5 \div 6,3$ °С, т. е. в более узком диапазоне. Это происходит из-за того, что минимальные температуры воздуха в большей степени зависят от местных, локальных особенностей.

В январе – самом холодном месяце года – средняя многолетняя температура воздуха понижается с запада на восток от – 11,5 °С (Дрожжаное) до – 12,9 °С (Бугульма), т. е. изменения ее по территории не столь значительны и составляют 1,4 °С. Затем температура немного повышается в феврале (примерно на 1 °С) в связи с небольшим увеличением продолжительности дня, а более заметные ее изменения от месяца к месяцу происходят с февраля по июнь. Так, с марта по апрель многолетние средние месячные температуры возрастают на 10 °С и более и становятся положительными из-за резкого повышения приходящей солнечной радиации.

В летний период междумесячные изменения не столь значительны. Самым теплым месяцем года является июль. Распределение многолетней среднеиюльской температуры по территории Республики Татарстан достаточно однородное и колеблется от 18,8 °С (Бугульма) до 19,9 °С (Елабуга). Далее в годовом ходе температура воздуха вначале постепенно, а затем достаточно быстро понижается. В ноябре ее многолетние среднемесячные значения уже отрицательны. Причем изменение температуры наиболее выражено в переходные периоды, при этом весеннее нарастание температуры более интенсивное, чем ее осеннее понижение.

Рассматривались также скорости изменения температуры воздуха (коэффициенты линейных трендов) для всех месяцев года. Как и следовало ожидать, наибольшие скорости роста температуры характерны для зимних месяцев (около 2 °С за 10 лет в январе).

Большое влияние на климатический режим оказывают барико-циркуляционные процессы. В пределах территории республики средние многолетние (1966–2004 гг.) значения атмосферного давления, приведенного к уровню моря, в отдельные месяцы меняются сравнительно мало (на $0,5 \div 2,9$ гПа), особенно летом. В годовом ходе наибольшие его значения отмечаются в холодный период, наименьшие – в теплый. Среднее месячное давление меняется от $1020,7 \div 1022,5$ гПа в марте до $1010,5 \div 1011,3$ гПа в июле; амплитуда его годового хода составляет $9,5 \div 11,7$ гПа, а среднее годовое давление равно $1015,1 \div 1016,9$ гПа.

Межгодовые изменения атмосферного давления за исследуемый период происходили на фоне низкочастотных его колебаний с периодичностью в несколько лет. Прослеживаются также слабые тренды падения давления в зимние месяцы (январь, февраль), что подтверждается соответствующими трендами роста температуры воздуха, обусловленными преобладанием циклонических процессов, особенно в последние годы.

Изучая межгодовую изменчивость средних годовых скоростей ветра на метеостанции Казань, можно заметить общую тенденцию убывания их значений с 1966 до 1978–1981 гг. примерно на 1 м/с (с 4 до 3 м/с), затем – возрастание к 1990–1992 гг. до 3,5 м/с и снова падение к 2004 г. до 2 м/с.

Одной из важнейших характеристик состояния воздуха наряду с температурой и атмосферным давлением является его влажность. Содержание водяного пара в атмосфере оценивается с помощью набора различных характеристик. Наиболее часто используются парциальное давление (упругость) водяного пара e , относительная влажность воздуха f , дефицит (недостаток) насыщения d .

Географические особенности распределения относительной влажности по территории республики определяются действием двух факторов: давлением водяного пара и температурой воздуха.

В пределах рассматриваемого пространства относительные колебания температуры воздуха несколько меньше соответствующих изменений давления пара, что наиболее справедливо для теплого времени года. Как следствие, в распределении относительной влажности воздуха и давления пара по территории республики в указанное время года обнаруживается значительная степень схождения. Подтверждением может служить величина коэффициента

корреляции $r(e, f) = 0,89$ ($r_{0,05; 13} = 0,53$) между средними месячными многолетними значениями давления пара и относительной влажностью, регистрируемыми на станциях в мае.

В результате наибольшие величины относительной влажности летом относятся к долинам Волги и Камы и примыкающим к ним территориям Западного и Восточного (северо-западная часть) Закамья. На станциях, находящихся на отрогах возвышенностей, воздушная среда на $4 \div 7$ % суше.

В холодное время года контрастность температур между отдельными частями территории Татарстана несколько увеличивается, что влечет за собою некоторое ослабление зависимости условий географического распределения относительной влажности от давления пара по территории, о чем свидетельствует также величина коэффициента корреляции $r(e, f) = 0,4$, вычисленного для ноября.

Определенный интерес представляют данные о числе сухих и влажных дней. Сухим считается такой день, когда хотя бы в один из восьми сроков наблюдений относительная влажность не превышала 30 %. День, в котором относительная влажность воздуха в 12–15 ч составляла не менее 80 %, считается влажным. Установлено, что наибольшее число сухих дней отмечается в мае, а максимальное число влажных дней – в ноябре (или в декабре).

Число сухих дней в мае быстро увеличивается (от 6–7 на ст. Тетюши, Чистополь) в южном (ст. Чулпаново – 12 дней), восточном (ст. Мензелинск – 12 дней) и юго-восточном (ст. Бугульма – 14 дней) направлениях. Число влажных дней в ноябре колеблется от 21 (ст. Вязовые, Елабуга, Муслюмово, Азнакаево) и до 24 дней (ст. Тетюши, Лаишево). Максимальное число сухих дней отмечается на возвышенных (периферийных) частях территории, а наибольшее число влажных дней наблюдается на низкорасположенных (в долинах Волги и Камы) станциях.

В среднем по республике многолетняя годовая сумма осадков составляет 503 мм, за гидрологический год (ноябрь – октябрь) – 501 мм. В теплый период (апрель – октябрь) выпадает 350 мм, что более чем в два раза превосходит количество осадков в холодное время (ноябрь – март) – 151 мм. По средним месячным суммам осадков также отмечается хорошо выраженный годовой ход. Минимумы на всех станциях наблюдаются в марте и изменяются в пределах от 16 (Муслюмово) до 28 мм (Лаишево). Максимумы же на большинстве станций имеют место в июне, а на некоторых – в июле и колеблются от 61 (Вязовые) до 73 мм (Бугульма).

Атмосферные осадки являются результатом взаимодействия воздушных циркуляционных процессов различного масштаба. Кроме того, существенное влияние на распределение осадков по территории оказывают высота, формы и ориентация рельефа местности, наличие крупных лесных массивов, водоемов, речных долин и т. п. Поэтому распределение атмосферных осадков как во времени, так и в пространстве характеризуется значительной неоднородностью.

Для сельскохозяйственной оценки ресурсов климата Г.Т. Селянинов ввел понятие суммы активных и эффективных температур [4], которые используются как показатель, характеризующий количество тепла за определенный период. Они показывают обеспеченность теплом в период активной вегетации сельскохозяйственных культур в умеренном поясе. Суммы активных температур складываются из средних суточных температур, равных 10 °С и выше. Суммы эффективных температур – это слагаемые средних суточных температур, отсчитанных от биологического минимума, при которых развиваются растения данной культуры. Биологические минимумы температуры развития для различных растений неодинаковы: для яровой пшеницы принята температура 5 °С, для кукурузы – 10 °С. Суммы активных и эффективных температур имеют экологическое значение, выражают связь растений со средой обитания (атмосфера – гидросфера – литосфера).

Суммы эффективных температур выше 5 °С составляют на территории республики $1600 \div 1700$ °С, а выше 10 °С – $800 \div 900$ °С, достигая наименьших значений в Бугульме (780 °С). Суммы активных температур изменяются по территории Татарстана от 2190 °С (Бугульма) до 2300 °С (Чулпаново, Елабуга, Лаишево, Муслюмово, Казань), что обеспечивает ежегодное созревание озимой ржи и пшеницы, ранних яровых зерновых, гречихи, картофеля, сахарной свеклы.

Для оценки условий увлажнения территории используют гидротермический коэффициент ГТК:

$$\text{ГТК} = \frac{\Sigma r}{\Sigma t} \cdot 10,$$

где Σr – сумма осадков за вегетационный период, мм; Σt – сумма активных температур за то же время. Величина ГТК = 1 указывает на сбалансированность прихода и расхода влаги; $0,5 \leq \text{ГТК} \leq 1$ – засушливо, недостаточно влажно; ГТК < 0,5 – очень засушливо; ГТК > 1 – избыточно влажно. Летом ГТК изменяется по территории республики от 0,5÷0,6 в мае до 0,8÷1 в июне – августе, за исключением Чистополя, где ГТК = 0,7.

Особенности проявления атмосферных засух определяются по индексу засушливости S_i Д.А. Педя, рассчитанного по месячным значениям температуры воздуха и осадков:

$$S_i = \frac{\Delta t}{\sigma_t} - \frac{\Delta r}{\sigma_r},$$

где Δt , Δr – соответственно отклонения температуры воздуха и суммы осадков от нормы, σ – среднеквадратическое отклонение.

Степень интенсивности засухи или избыточного увлажнения оценивается по индексу S_i , исходя из следующих критериев: $S_i = 1 \div 2$ – слабая засуха; $S_i = 2 \div 3$ – средняя засуха; $S_i \geq 3$ – сильная засуха; $S_i = -1 \div 1$ – нормальные условия увлажнения; $S_i = -1 \div -2$ – слабое избыточное увлажнение; $S_i = -2 \div -3$ – среднее избыточное увлажнение; $S_i = \leq -3$ – сильное избыточное увлажнение.

Повторяемость условий нормального увлажнения по индексу Д.А. Педя на территории Республики Татарстан составляет: в мае – от 30,8 % (Тетюши) до 57,6 % (Елабуга); в июне – от 36,8 % (Чулпаново) до 57,7 % (Чистополь); в июле – от 33,3 % (Муслюмово) до 59,3 % (Чистополь); в августе – от 46,2 % (Мензелинск, Арск) до 74,1 % Чистополь.

Повторяемости периодов с засухой и избыточным увлажнением сопоставимы и составляют 5÷15 % в каждом из месяцев теплого периода (май – август). Засухи на территории республики были отмечены в 1966, 1967, 1972, 1973, 1974, 1975, 1981, 1984, 1986 гг. Сильная засуха наблюдалась в апреле – сентябре 1972 г.

Ежегодно в различных странах в летний период в условиях жаркой погоды происходят лесные пожары. Они возникают в засушливый период под влиянием комплекса антропогенных и природных факторов, к числу которых относятся грозовая активность и определенное сочетание метеорологических параметров: температуры и влажности воздуха, осадков и т. д. [5].

Для сравнительной характеристики пожарной опасности вводится ее показатель – так называемый индекс горимости, который рассчитывается на основе метеорологических параметров приземного слоя атмосферы. Индекс горимости Γ определяется по формуле В.Г. Нестерова [6]

$$\Gamma = \Sigma (T \cdot d),$$

где T – температура воздуха в полдень, d – дефицит точки росы ($d = T - T_d$). Суммирование производится при положительных значениях температуры за n сухих дней (дней с количеством осадков менее 2,5 мм). Для удобства анализа принята следующая шкала горимости леса (таблица).

Шкала горимости леса

Класс горимости	Горимость	Показатель горимости
I	Отсутствует или малая	0÷300
II	Средняя	301÷1000
III	Высокая	1001÷4000
IV	Особо опасная	4001÷10000
V	Чрезвычайная	>10000

Горимость IV и V классов включена в список особо опасных явлений. Индекс горимости медленно растет при отсутствии дождя и резко падает до нуля после него, что затрудняет использование среднемесячных значений Γ . Поэтому в качестве обобщенной характеристики индекса горимости за месяц целесообразно использовать его максимальное значение за

этот период. Так как индекс горимости является интегральной по времени величиной, то его максимальное значение отражает как температурно-влажностный режим, так и продолжительность изменений пожароопасной погоды в месяц.

Анализ данных показывает, что в марте и ноябре горимость леса малая или отсутствует вообще. Повторяемость класса I в это время на станциях колеблется от 91 до 100 %. Однако, начиная с апреля, повторяемость резко понижается и достигает в июле своего минимума (18÷23 %). В теплый период значительно возрастает повторяемость классов II и III, когда горимость становится средней и высокой. Естественно, что особо опасная и тем более чрезвычайная горимость встречаются значительно реже. Так, горимость V класса опасности повсеместно (за исключением Чулпаново и Мензелинска) в мае – сентябре не превышает 5 %.

1. Елисеев А. В. Вариации климата и углеродного цикла в XX–XXI веках по модели промежуточной сложности // Изв. РАН. ФАО. 2007. Т. 43. № 1. С. 3.

2. Климатические условия и ресурсы Республики Татарстан / Под ред. Ю. П. Переведенцева и Э. П. Наумова. Казань, 2008.

3. Климат России / Под ред. Н. В. Кобышевой. СПб., 2001.

4. Чирков Ю. И. Агрометеорология. Л., 1986.

5. Горев Г. В. Оценка климатической предрасположенности территории Томской области к возникновению лесных пожаров // Оптика атмосферы и океана. 2004. Т. 17. № 7. С. 21.

6. Нестеров В. Г. Горимость леса и методы ее определения. М.; Л., 1949.

Поступила в редакцию 09.04.08.

Юрий Петрович Переведенцев – доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой.

Борис Георгиевич Шерстюков – кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник ВНИИГМИ-МЦД (Обнинск).

Эдуард Петрович Наумов – кандидат географических наук, доцент.

Михаил Алексеевич Верещагин – кандидат географических наук, доцент.

Юрий Гайнетдинович Хабутдинов – кандидат географических наук, доцент.

Наиль Вагизович Исмагилов – кандидат географических наук, доцент.

Вадим Дмитриевич Тудрий – кандидат географических наук, доцент.

Феликс Витальевич Гоголь – ассистент.