

УДК 551.582.2; 551.583.14

**С.А. Тобратов**

### **ЗАКОНОМЕРНОСТИ И МАСШТАБЫ ВЕКОВЫХ КОЛЕБАНИЙ КЛИМАТА ЦЕНТРА РУССКОЙ РАВНИНЫ (ПО ДАННЫМ МЕТЕОСТАНЦИИ РЯЗАНЬ)**

Приведено обоснование циклической составляющей современных изменений климата Центра России с характерными временами от 70 лет до 1,5 недель. Рассмотрены масштабы изменчивости основных метеопараметров при сменах фаз климатической динамики, что может быть использовано при средне- и долгосрочном прогнозировании регионального климата.

*циклические изменения климата, глобальное потепление, формы атмосферной циркуляции, температура, осадки, атмосферное давление, скорость ветра, агрометеорология, климатическая комфортность, климатический прогноз.*

Климат – многолетний режим погоды данного географического региона. Климатическими характеристиками местности служат не только средние значения метеоэлементов (температура воздуха, количество осадков, атмосферное

давление, направление и скорость ветра, облачность и др.), но и устойчивые закономерности их динамики как в течение года (по сезонам), так и в многолетних рядах. Характеристика климата того или иного региона может быть дана только на основании анализа 25–50-летних рядов метеорологических наблюдений.

Согласно рекомендациям Всемирной метеорологической организации, для вычисления климатических норм используется 30-летний период с 1961 по 1990 год. Такие нормы имеют статус официальных, и, тем не менее, их объективность ставится под сомнение, поскольку они лишь частично отражают специфику периода «глобального потепления». В связи с этим ряд западных гидрометеослужб (британский Met Office, американская NOAA) для характеристики современного климата перешли на нормы 1981–2010 годов. Целесообразность такого перехода была бы вполне очевидна при условии четко выраженной направленности наблюдаемых изменений климата, что, однако, сомнительно в свете результатов анализа дендрохронологических данных и сверхдлинных рядов метеонаблюдений (обсерватория Armagh в Ирландии – 200 лет, станция Merrie Olde в Средней Англии – свыше 360 лет)<sup>1</sup>.

Отечественной научной школой синоптического анализа Г.Я. Вангенгейма – А.А. Гирса разработаны представления о трех основных типах форм атмосферной

---

<sup>1</sup> Eschenbach W. Congenital Climate Abnormalities. URL : <http://alethonews.wordpress.com/2010/02/13/congenital-climate-abnormalities> (дата обращения 10.03.2014).

циркуляции (зональная – W, восточная – E, меридиональная – C) и их закономерном чередовании в рамках 70-летних климатических циклов<sup>2</sup>. Существование таких циклов полностью подтверждается упомянутыми выше сверхдлинными метеорядами. Их происхождение обусловлено, по-видимому, периодическими приливными возмущениями, возникающими вследствие гравитационных взаимодействий в Солнечной системе (например, при противостояниях планет)<sup>3</sup>. Тем самым динамика климата носит не столько однонаправленный, сколько устойчиво циклический характер и периоды роста температуры и увлажненности (повышательные фазы циклов) закономерным образом сменяются периодами спада (понижательные фазы) с характерной продолжительностью 20–40 лет (в среднем 35 лет). Безусловно, полной аналогии между смежными циклами нет (климатическая система все же эволюционирует в сторону потепления с темпами 0,2–0,3 °C за 100 лет<sup>4</sup>), но имеет место аналогия частичная, в связи с чем можно определить фазы-аналоги, их продолжительность и временные рубежи, что используется в долгосрочных климатических прогнозах.

Наиболее изучены смены форм циркуляции за период непрерывных инструментальных наблюдений, то есть за последние 120–130 лет (рис. 1). Каждый цикл начинается с фазы роста энергетики климатической системы, что проявляется в усилении влияния тропических воздушных масс на погоду в умеренных и приполярных широтах. При этом усиливается интенсивность зональной циркуляции («западного переноса») и наступает относительно теплая и влажная эпоха формы W, как, например, в 1891–1932 годах. В определенных условиях, главным образом вследствие высокой солнечной активности, могут возобладать меридиональные составляющие воздушных переносов и тогда приоритет получает форма E (1972–1995 годы). В климате Русской равнины это проявляется в росте повторяемости ветров южных румбов и, как правило, еще более значительном потеплении и увлажнении, хотя и менее устойчивом, чем в зональную W-эпоху, сопряженном с большими колебаниями погодных условий. Наиболее высокий температурный фон наблюдается при совместной реализации форм W и E (1930-е годы, 1996–2009 годы).

---

<sup>2</sup> Гирс А.А. Макроциркуляционный метод долгосрочных метеорологических прогнозов : моногр. Л. : Гидрометеоздат, 1974. 480 с.

<sup>3</sup> Шнитников А.В. Внутривековая изменчивость компонентов общей увлажненности : моногр. Л. : Наука, 1969. 244 с.

<sup>4</sup> Eschenbach W. Congenital Climate Abnormalities.

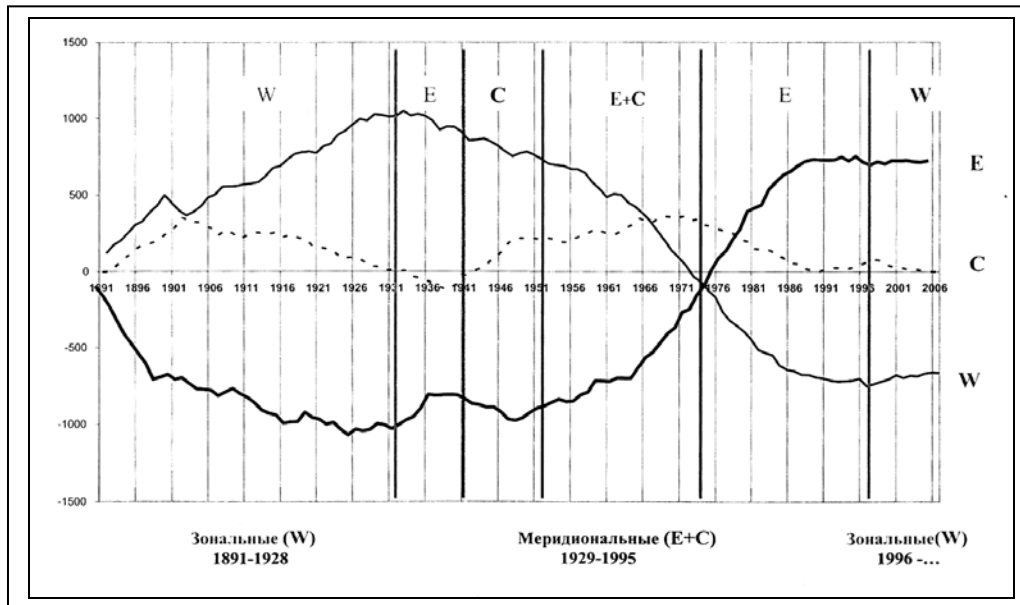


Рис. 1. Интегральные кривые аномалий повторяемости основных форм циркуляции W, E, C и границы циркуляционных эпох (по В.В. Иванову <sup>5</sup>)

Спад энергетики климатической системы (понижительные фазы каждого цикла) сопровождается ростом повторяемости меридиональной формы С (например, в 1940-е годы), которая по своим свойствам полностью противоположна двум вышеуказанным формам и на Русской равнине проявляется в росте арктической адвекции, что влечет за собой снижение температур воздуха. Количество атмосферных осадков при этом также изменяется, но нелинейно. В конце понижительной фазы в связи с общим похолоданием обычно имеет место их снижение, особенно в зимний период (на 10–20 процентов относительно нормы). Однако в начале фазы, когда «противоборство» арктических и тропических воздушных масс только начинается, а температурные контрасты уже возросли, увлажненность, наоборот, может резко увеличиваться и иногда привести к формированию «многоводных серий» продолжительностью в несколько лет.

Таким образом, природа климатических циклов определяется разной степенью влияния тропических (теплых) и арктических (холодных) воздушных масс на погоду в умеренных широтах. При этом эпохи потепления сопровождаются смещением средних траекторий зональных воздушных переносов к северу, а эпохи похолодания – к югу. Поэтому в эпохи господства форм W и E территория Рязанской области оказывается под более частым влиянием тропического

<sup>5</sup> Иванов В.В., Лебедев А.А. Ведущие закономерности многолетней и сезонной изменчивости макроциркуляции атмосферы, метеорологических и ледовых условий в юго-восточной части Баренцева моря в конце XX – начале XXI столетия // Тр. Арктического и Антарктического науч.-исслед. ин-та. СПб., 2003. Т. 445. С. 8–23.

воздуха, что зимой приводит к учащению глубоких оттепелей, летом – к росту вероятности сухих и жарких антициклональных погод, а в целом за год – к заметному росту температурного фона. Изменения осадков более сложны, подвержены влиянию специфических факторов и не связаны непосредственно с температурной динамикой, хотя также вполне закономерны.

Предшествующий климатический цикл (конец XIX века – начало 1970-х годов) завершился прохладной и достаточно нестабильной по погодным условиям фазой господства меридиональных форм циркуляции E и C продолжительностью около 20 лет. В 1972 году временная динамика метеопараметров резко изменилась: начался этап «глобального потепления» – повышательная фаза очередного 70-летнего цикла, который должен завершиться в начале 2040-х годов). Вопрос о роли антропогенного фактора остается дискуссионным, так как его действие проявлялось на фоне природного процесса потепления, аналогичного тому, что неоднократно имел место и ранее, например, в первой трети XX века, в 1820–1850-е годы и т. д., и выявить антропогенную составляющую температурных трендов достоверно практически невозможно. Потепление достигло пика в первые годы XXI века (эпоха W + E), а в 2010 году, когда прошло уже более половины текущего цикла, осуществился переход к понижательной фазе климатической динамики и среднегодовые температуры начали снижаться на 0,3–0,5 °C каждый год. В перспективе нас ожидает очередная прохладная фаза E + C, аналогичная предыдущей, в связи с чем климатические параметры 1950–1960-х годов могут рассматриваться в качестве прогнозных: именно в этом направлении будет эволюционировать региональный климат в ближайшие 25–30 лет.

Отметим также, что принципиальная смена направленности климатических трендов – похолодания на потепление и наоборот – обычно сопровождается ростом аномальности регионального климата: высокой вероятностью блокирующих антициклонов при «сломе» прежней системы атмосферной циркуляции и переходе к принципиально новой системе с тенденциями противоположного знака. Именно поэтому наиболее значительные летние засухи, вызванные «застаиванием» антициклональных блокингов над Русской равниной, приурочены к сменам фаз климатической динамики и в рамках текущего 70-летнего цикла имели место в 2010 и 1972 годах, а ранее – в конце 1930-х годов, в начале 1890-х годов и т. д. Характерно, что в эти годы блокинги получали развитие во все сезоны и летние засухи предвращались морозными зимами. Тем самым чередование экстремально засушливых лет подвержено циклическим закономерностям и определяется эволюцией форм атмосферной циркуляции, что также имеет прогностическое значение.

Охарактеризованные выше особенности фаз климатической динамики подтверждаются данными инструментальных наблюдений на базовой для нашего региона метеостанции 27730 Рязань (табл. 1, рис. 2). Хорошо заметно, что на фоне значительных колебаний метеоэлементов от года к году выявляются устойчивые тенденции их направленных изменений, показанные пунктирными линиями полиномиальных трендов. Отчетливо выделяется холодная (1960-е годы) и теплая (1996–2009 годы) фазы, между которыми

различия среднегодовых температур достигают 1,5 °С, и «переходный» этап господства формы Е (1972–1995 годы) с постепенным нарастанием темпов потепления, но высокой нестабильностью климата.

Таблица 1

Коэффициенты вариации среднегодовых температур ( $t$ ) и годовых сумм осадков ( $r$ ) в различные фазы климатической динамики последних десятилетий, %

<i>Метеоэлемент</i>	<i>Холодная фаза (1961–1971)</i>	<i>Эпоха восточной формы циркуляции (1972–1995)</i>	<i>Теплая фаза (1996–2009)</i>
<i>t</i>	18,0	23,2	12,7
<i>r</i>	15,3	21,1	12,6

*Примечание:* коэффициент вариации рассчитывается по формуле

$$V = (\sigma/X) * 100\%, \quad (1)$$

где  $\sigma$  – стандартное отклонение по выборке,  $X$  – среднее арифметическое. Чем больше амплитуда колебаний метеоэлементов от года к году, тем выше  $V$ .

Наиболее ровной и стабильной по температурным условиям и увлажнению была теплая фаза, что вполне закономерно для западной формы циркуляции W, а в «переходную» эпоху формы Е коэффициенты вариации метеопараметров были выше почти в 2 раза, холодная эпоха занимает промежуточное положение (табл. 2). Начиная с 2011 года отчетливо проявляется тенденция снижения среднегодовых температур – переход к очередной холодной эпохе, аналогу климата 1950–1960-х годов. Безусловно, на фоне данной тенденции возможны и реверсивные климатические колебания (примером может служить теплая зима 2013/14 года), но в среднем тренд похолодания в ближайшие 25–30 лет будет преобладать, о чем свидетельствуют и результаты численного моделирования глобального климата <sup>6</sup>.

<sup>6</sup> Дзюба А.В., Панин Г.Н. Механизм формирования климатических тенденций в прошедшем и текущем столетиях // Метеорология и гидрология. 2007. № 5. С. 5–27.

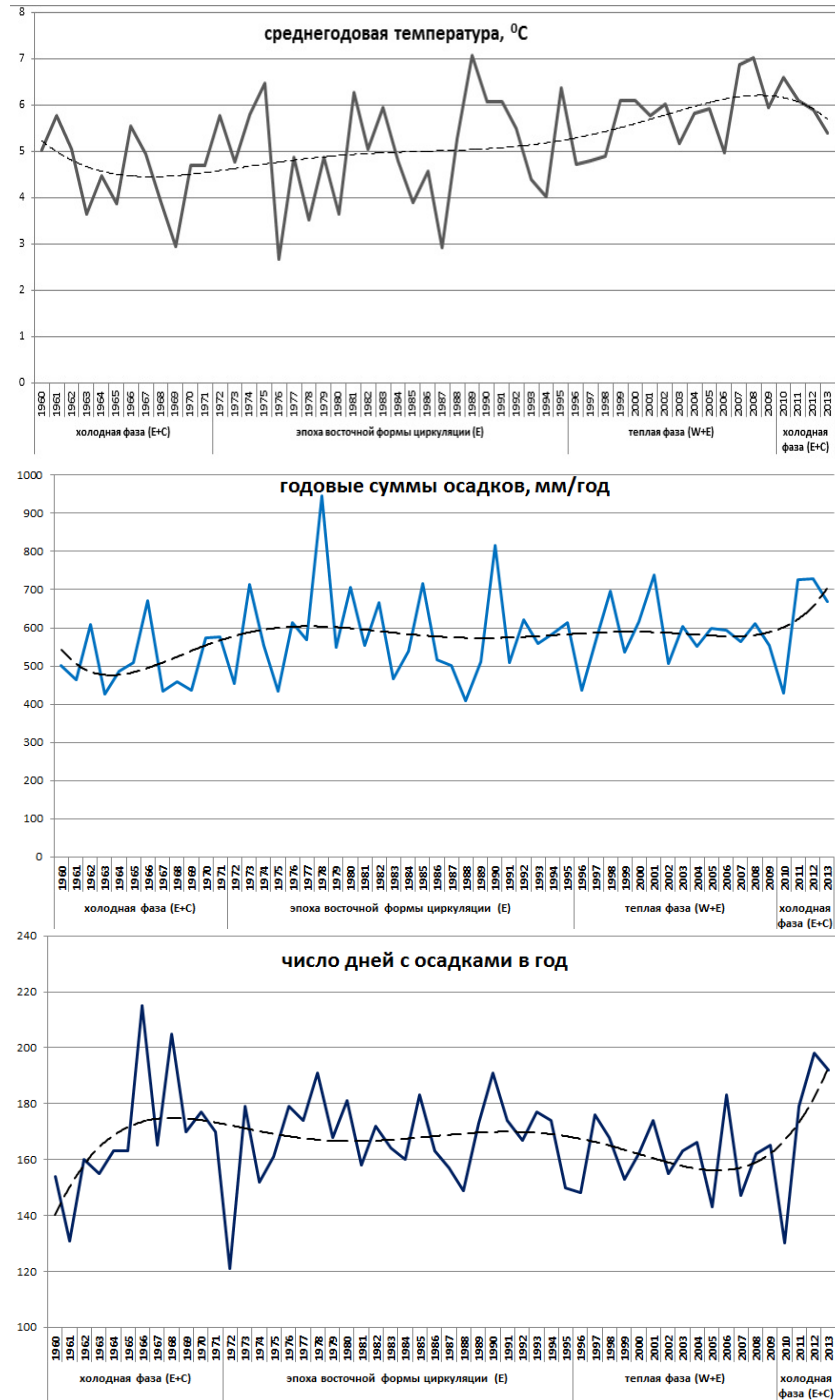


Рис. 2. Многолетняя динамика температуры и увлажнения по данным наблюдений на метеостанции 27730 Рязань (пунктиром отмечены полиномиальные тренды)

Таблица 2

Термические характеристики климата и их изменчивость во времени

Период	Средние температуры воздуха, °С						Периоды года со среднесуточными температурами выше или ниже установленного порога					
	январь	апрель	июль	октябрь	год	год	свыше 0°С (224 сут.)	свыше +5°С (190 сут.)	свыше +10°С (145 сут.)	свыше +15°С (91 сут.)	свыше +20°С (84 сут.)	менее -5°С (100 сут.)
1961-2010 гг. (среднее)	-9,07	+7,25	+18,98	+4,39	+5,20		25,03-02,11 (224 сут.)	09,04-15,10 (190 сут.)	28,04-19,09 (145 сут.)	28,05-26,08 (91 сут.)	08,12-01,03 (84 сут.)	
1961-1971 гг. (прохладная фаза)	-12,31	+7,01	+18,34	+4,33	+4,46		27,03-30,10 (219 сут.)	10,04-15,10 (189 сут.)	02,05-18,09 (140 сут.)	04,06-05,09 (94 сут.)	04,12-13,03 (100 сут.)	
1996-2009 гг. (теплая фаза)	-7,36	+7,51	+19,77	+5,29	+5,73		25,03-05,11 (226 сут.)	11,04-19,10 (190 сут.)	27,04-24,09 (151 сут.)	06,06-30,08 (86 сут.)	12,12-27,02 (78 сут.)	
Δ (т.ф.-п.ф)	+4,95	+0,50	+1,43	+0,96	+1,27		+7 сут.	+1 сут.	+11 сут.	-8 сут.	-22 сут.	

Примечание. Δ – арифметическая разность показателей за прохладную фазу и теплую фазу климатической динамики.

Таблица 3

Температурные условия перезимовки растений (в среднем за декабрь – февраль)

Период	Средние минимальные температуры, °С*	Средние максимальные температуры, °С**	Дней с оттепелями за календарный зимний период	Коэффициент Белобородовой K <sub>ε</sub>
1961-2010 гг. (среднее)	-10,75	-5,20	21,70	0,146
1961-1971 гг. (прохладная фаза)	-13,81	-6,74	15,33	0,264
1996-2009 гг. (теплая фаза)	-9,69	-4,53	26,00	0,117
Δ (т.ф.-п.ф)	+4,12	+2,21	+10,67	-0,147

Примечание. Коэффициент суровости зимы Белобородовой (K<sub>ε</sub>) определяется по формуле

$$K_{\epsilon} = \frac{N_{T_{\text{оттепель}}} - 30 \cdot L_{\text{зпт}}}{L_{\text{зпт}}}, \quad (2)$$

где N<sub>T<sub>оттепель</sub></sub> – число дней с минимальной температурой ниже -20 °С, при которой начинается вымерзание плодовых почек и ростовых побегов, L<sub>зпт</sub> – продолжительность расчетного холодного периода (в данном случае 01.12 – 28.02) в сутках; Δ – арифметическая разность показателей за прохладную и теплую фазы климатической динамики, \*перед восходом солнца, \*\*в послеполуденные часы.

Что касается годовых сумм осадков, то они были наиболее высокими в начальные периоды преобладания меридиональных форм циркуляции E и C (соответственно 1970-е и 2010-е годы), а минимальное увлажнение отмечено в финале предшествующей холодной фазы (1960-е годы). Дело в том, что для выпадения осадков необходим, во-первых, вынос в высокие широты теплых и влажных воздушных масс из южных широт и, во-вторых, высокие температурные контрасты. Без совместного действия этих двух факторов невозможно образование атмосферных фронтов и облаков с высокой влажностью. В эпоху формы E превалирует роль первого фактора, в эпоху нарастания формы C – второго. Когда климат стабильно теплый и усиливается западный (зональный) перенос преобладает (форма W), перемещение воздуха из арктических и тропических широт ослабевает и для этого, наоборот, нужны возмущения западного переноса и рост меридиональной составляющей циркуляции (формы E и C). Именно по этой причине на пике «глобального потепления» (в теплую фазу 1996–2009 годов), несмотря на заметный рост средне-годовых температур, рост осадков отсутствовал или отмечалось даже их снижение на 0,7 процента по сравнению с эпохой формы E (рис. 3). В то же время в финале холодной фазы, когда региональный климат в целом стабилизируется на пониженном температурном фоне за счет снижения частоты вторжений теплых воздушных масс из тропиков, условия для выпадения осадков снова ухудшаются. В этой связи закономерно, что 1960-е годы отличались минимальными за весь рассматриваемый полувековой период годовыми суммами осадков (на 11 процентов ниже, чем в теплую фазу, а осадки вегетационного периода – на 26 процентов ниже).

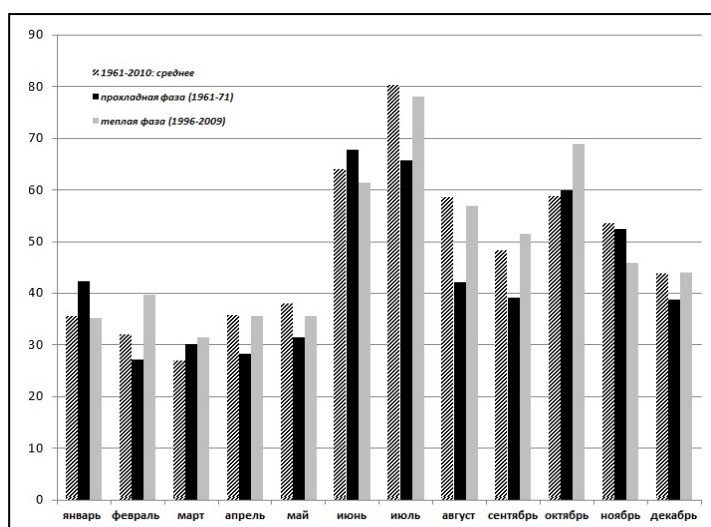


Рис. 3. Изменения режима выпадения осадков на различных фазах климатической динамики, мм/месяц

Между количеством выпавших осадков и частотой их выпадения прямой зависимости нет. Многолетняя изменчивость в течение числа дней с осадками (рис. 2)



отражает в первую очередь изменчивость погодных условий летних периодов, поскольку зима и переходные сезоны, особенно осень, в любую фазу климатической динамики отличаются высокой частотой осадков. Хорошо заметны два минимума дождливых дней, приуроченные к упомянутым выше годам великих засух (1972 и 2010), когда повторяемость осадков в течение года снижалась почти в 1,5 раза относительно средних значений, а в финале холодной фазы в середине XX века, наоборот, осадки были частыми, а их сумма – небольшой. На пике потепления в первые годы XXI века осадки возросли, а их частота снизилась главным образом за счет роста вторжений тропических антициклонов на Русскую равнину в летние сезоны. Таким образом, теплым и холодным фазам климатической динамики свойственны противоположные соотношения частоты и интенсивности осадков, особенно летних.

Все вышесказанное позволяет очертить контуры будущего климата нашего региона на перспективу до 30 лет. В ближайшие годы следует ожидать рост неустойчивости климата, что будет контрастировать с «выровненной» эпохой W + E, завершившейся в 2009 году. На этом фоне продолжится снижение среднегодовых температур («глобальное потепление» приостановится), которое вначале будет сопровождаться ростом осадков, но в дальнейшем они пойдут на спад. Очевидно, текущая фаза похолодания будет более теплой и влажной, по сравнению с предыдущей, и ожидать полной аналогии с периодом 1950–1960-х годов нельзя, тем не менее, вполне реально прогнозировать снижение среднегодовых температур примерно на 1 °C по сравнению с теплой фазой начала XXI века, то есть до средне-многолетней величины около + 4,7 °C, и снижение годовых осадков на 20 процентов относительно влажного периода 2011–2013 годов.

Как следует из таблицы 2, термические различия между теплой и холодной фазами климатической динамики определяются в первую очередь потеплением в зимние сезоны; в июле масштабы роста среднемесячных температур были значительно меньше (менее 1,5 °C против 5 °C в январе), а в переходные сезоны (особенно весной) еще меньше. Суточные минимумы температуры выросли гораздо заметнее максимумов (табл. 2), что говорит об общем росте теплосодержания атмосферы (в начале XXI века имело общепланетарный характер). На пике «глобального потепления» не только снизилась повторяемость холодных погод, но и на 22 процента сократилась продолжительность морозного периода с температурами устойчиво ниже -5 °C. В ближайшие годы следует ожидать «реверсивных изменений» – похолодания зимних сезонов и роста их продолжительности главным образом за счет марта. При этом более чем в 1,5 раза снизится продолжительность зимних оттепелей, что благоприятно для озимых, поскольку, как известно, при оттепелях происходит образование притертой к почве ледяной корки, вызывающей их ослабление и гибель. Однако одновременно ухудшатся условия перезимовки плодовых культур, которые могут быть формализованы через индекс суровости зимы Белобородовой  $K_c$  (табл. 3). Повреждения растений начинаются при  $K_c$  от 0,1 (слива, вишня, персик) до 0,15 (яблони любых сортов), наиболее опасны величины  $K_c$  свыше 0,20. Как следует из таблицы, в процессе «глобального потепления» наблюдалось значимое снижение суровости зим с  $K_c = 0,25$  до 0,12–0,13 в начале XXI века, что следует признать практически безопасным уровнем. Однако в близкой перспективе по аналогии с периодом 1961–1971 годов можно ожидать двукратного роста индекса.

Характерно, что период с температурами выше +5 °С чрезвычайно стабилен по продолжительности: в любую климатическую фазу он длится около 190 дней и лишь незначительно меняются сроки его начала и окончания (табл. 2). Наибольшим изменениям подвержен вегетационный период – часть безморозного периода со среднесуточными температурами устойчиво выше +10 °С, то есть порогового значения, считающегося биологическим минимумом для большинства сельскохозяйственных культур. Из данных, представленных в таблицах 2 и 4, следует, что в теплую фазу 1996–2009 годов по сравнению с серединой XX века имело место не только увеличение продолжительности вегетационного периода на 11 суток (то есть на 8 процентов), но и рост суммы биологически активных температур (САТ) более чем на 100 °С (примерно на 6 процентов) главным образом за счет периода с температурами от +5 до +10 °С.

Таблица 4

Климатические параметры, определяющие продуктивность природных и аграрных экосистем

Период	Биологически активные температуры				Характеристики увлажнения		
	свыше +10 °С		+5...+10 °С		ГТК	K <sub>ув</sub>	r <sub>год</sub>
	$\sum t_{\geq 10^{\circ}\text{C}}, ^{\circ}\text{C}$	L <sub>вп</sub> , сут.	$\sum t_{+5...+10^{\circ}\text{C}}, ^{\circ}\text{C}$	L <sub>+5...+10^{\circ}\text{C}</sub> , сут.			
1961–2010 гг. (среднее)	2327	145	343	45	1,19	1,23	575,3
1961–1971 гг. (прохладная фаза)	2275	140	387	49	0,97	1,15	525,6
1996–2009 гг. (теплая фаза)	2408	151	312	39	1,16	1,19	584,2

Примечание.  $\sum t_{\geq 10^{\circ}\text{C}}$  – арифметическая сумма среднесуточных температур воздуха свыше +10 °С (за период устойчивого превышения температурами пороговой величины +10 °С); L<sub>вп</sub> – продолжительность вегетационного периода, то есть периода года с температурами воздуха свыше +10 °С; L<sub>+5...+10 °С</sub> – продолжительность периода года со среднесуточными температурами воздуха от +5 до +10 °С;  $\sum t_{+5...+10^{\circ}\text{C}}$  – сумма температур за этот период; r<sub>год</sub> – годовая сумма осадков; K<sub>ув</sub> – коэффициент увлажнения Высоцкого – Иванова, рассчитываемый по формуле

$$K_{ув} = r_{год} / E_0, \tag{3}$$

где E<sub>0</sub> – годовая испаряемость (максимально возможное испарение при неограниченных запасах влаги при данной температуре и дефиците насыщения воздуха), которая определяется по модифицированной формуле Иванова

$$E_0 = [0,0018(25+t_{ср})^2(100-f_{ср})] * L_{год}, \tag{4}$$

где E<sub>0</sub> – сумма испаряемости, мм за год; t<sub>ср</sub> – среднегодовая температура (°С), и f<sub>ср</sub> и относительная влажность воздуха, %; L<sub>год</sub> – продолжительность года в месяцах; ГТК – гидротермический коэффициент Селянинова (коэффициент увлажнения вегетационного периода), рассчитываемый по формуле

$$ГТК = \frac{10r_{вп}}{\sum t_{\geq 10^{\circ}\text{C}}}, \tag{5}$$

где  $G_{ВП}$  – сумма осадков за вегетационный период.

Такие изменения нельзя назвать принципиальными, поскольку, как известно, биологический минимум САТ большинства растений средней полосы России ниже  $2000\text{ }^{\circ}\text{C}$ , что вполне укладывается в «норму» даже холодной фазы климатической динамики. В частности, для яровой и озимой пшеницы и картофеля данный минимум составляет в зависимости от сорта  $1200\text{--}1700\text{ }^{\circ}\text{C}$ , гречихи –  $1200\text{--}1400\text{ }^{\circ}\text{C}$ , овса –  $1000\text{--}1600\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ячменя –  $960\text{--}1450\text{ }^{\circ}\text{C}$ . В то же время для выращивания подсолнечника –  $2000\text{--}2300\text{ }^{\circ}\text{C}$ , сахарной свеклы –  $2200\text{--}2700\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а также средне- и позднеспелых сортов кукурузы на зерно в течение теплой климатической фазы условия были заметно более благоприятными ( $2300\text{--}2900\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), но в настоящее время они вновь ухудшаются.

Гораздо более существенной представляется динамика увлажнения вегетационных периодов, поскольку известно, что отклик биопродуктивности на колебания осадков почти на порядок выше, чем на температурные флуктуации. Как видно из таблицы 4, гидротермический коэффициент (ГТК) Селянинова – один из ключевых показателей, отражающих степень благоприятности климата для роста растений, в теплую фазу был значительно выше, чем в середине XX века, приближаясь к оптимальному для наибольшей биопродуктивности значению 1,2. В эпоху формы Е (1972–1995 годы) гидротермический коэффициент был даже еще выше в связи с относительно более низким температурным фоном и, следовательно, меньшим испарением летних осадков. Переход к очередной фазе похолодания климата (с 2009 года) знаменует начало процесса снижения ГТК и ухудшения гидроклиматических условий вегетационных периодов более значимое, чем снижение САТ.

В годовом ходе температуры воздуха выявляются характерные колебания с амплитудой  $1\text{--}4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , которые осложняют параболическую форму графика и не устраняются многолетним усреднением (рис. 4). Частота таких колебаний остается неизменной на любом этапе динамики климата: лучше всего, согласно результатам спектрального анализа, выражена гармоника с периодом 45 дней, несколько хуже – 22 и 11 дней (рис. 5).

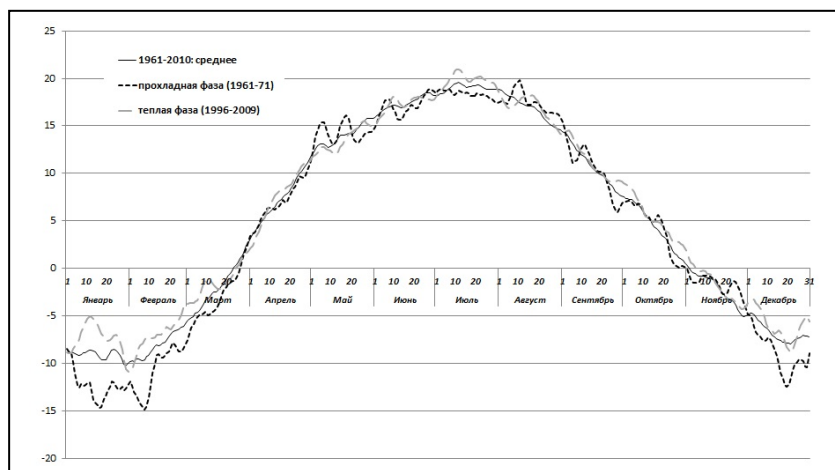
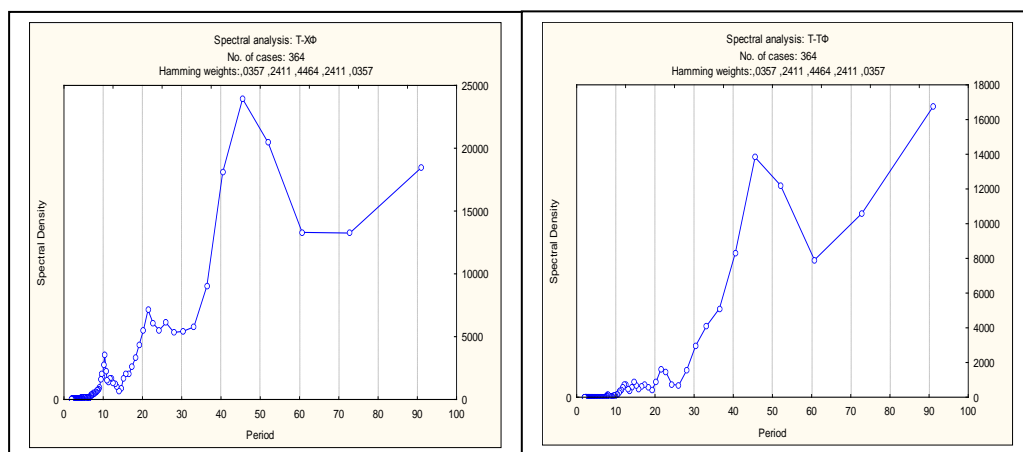


Рис. 4. Годовой ход температуры воздуха, °С



а) холодная фаза (1961–1971 гг.)

б) теплая фаза (1996–2010 гг.)

Рис. 5. Спектры низкочастотных внутrigодовых колебаний температуры воздуха по данным метеостанции Рязань (по оси абсцисс – период в сутках, по оси ординат – дисперсия гармоник; расчеты выполнены в программном пакете Statistica)

Если бы указанные гармоники отражали случайную динамику циклонов и антициклонов, то они, во-первых, имели бы меньший масштаб, а во-вторых, полностью устранялись многолетним усреднением и на рисунке 4 не проявлялись бы. Но это не так, поскольку в 1,5–6-недельных температурных «волнах» находят отражение менее стохастические автоколебания так называемых ультрадлинных волн атмосферной циркуляции – глобальный процесс, аналогичный качанию маятника или вибрации струны. Его порождает меридиональный градиент температуры, то есть термические различия между тропиками и полярными зонами, как источник энергии для циркуляции и общая нестационарность воздушных потоков. В результате в каждом регионе погода постоянно меняется (иногда очень резко) даже без существенных изменений внешних условий (состояние поверхности, высота солнца над горизонтом и т. д.), но эти изменения не случайны и носят характер относительно регулярных свободных волн. Именно это обстоятельство люди издавна используют для долгосрочных прогнозов погоды по приметам. Представленные на рисунках 4 и 5 данные показывают, что такой «народный» прогноз вполне обоснован, хотя его точность, безусловно, не абсолютна.

Неслучайно и то, что периоды температурных колебаний (45, 22 и 11 дней) различаются между собой почти точно в 2 раза. Это – проявление известного в гидродинамике эффекта деления частоты при стремлении системы уйти от резонанса <sup>7</sup>, причем в природе в самых разных процессах, даже в формировании

<sup>7</sup> Гледзер Е.Б., Должанский Ф.В., Обухов А.М. Системы гидродинамического типа и их применение : моногр. М. : Наука. 1981. 368 с.

рельефа горных стран, как правило, фиксируются именно двукратные различия частот смежных гармоник<sup>8</sup>. Следовательно, автоколебательный характер температурной динамики, осложняющий ее годовой ход и имеющий достаточно устойчивую 1,5–6-недельную цикличность, вполне закономерен и управляется хорошо известными в науке факторами.

Как видно из рисунка 5, наряду со значительным сходством спектров температурных изменений в теплую и холодную фазы, имеются и различия: на пике «глобального потепления» все периоды колебаний стали обладать меньшей дисперсией, что особенно заметно на примере 11- и 22-суточных периодов. Причина заключается в том, что в эпоху потепления климата тропический воздух стал распространяться значительно севернее, арктические воздушные массы оказались «заперты» в полярной области и меридиональные градиенты как основной «энергетический источник» температурных автоколебаний снизились, что привело даже к ослаблению Гольфстрима, широко обсуждавшемуся на Западе в 2004–2007 годах. Тем самым климат эпохи «глобального потепления» объективно стал менее предсказуем на долгосрочную перспективу и хорошо известно, что сейчас достоверно прогнозировать погоду по народным приметам стало практически невозможно. Это как раз и фиксируют данные, представленные на рисунке 5.

Немаловажно и то, что, хотя 45-, 22- и 11-дневные гармоники в начале XXI века сохранились, пусть и в ослабленном виде, произошло их смещение во времени по сравнению с холодной эпохой 1950–1960-х годов: хорошо заметно, что пики, образуемые черной и серой пунктирными линиями на рисунке 4, смещены с лагом 8–15 дней. Более того, часто наблюдается их обратное соотношение (росту температуры, который обычно имел место в тот или иной день года в середине XX века, через 40–50 лет стало соответствовать похолодание и наоборот), что наиболее отчетливо проявляется в сентябре – марте (третья декада сентября, середина января, начало февраля и т. д.; рис. 4). Таким образом, в эпоху глобального потепления температурные автоколебания не только ослабли, но и произошел их фазовый сдвиг, что является еще одной причиной снижения оправдываемости народных примет. Каждый этап климатической динамики отличается расположением центров действия атмосферы (при потеплении они смещаются в высокие широты на несколько градусов, в холодные эпохи – «возвращаются обратно»), траекториями движения циклонов и т. п. и, следовательно, должны обладать собственным набором народных примет, который с переходом на новый этап временно (менее чем на полвека) теряет актуальность.

Один из немногих примеров совпадения температурных экстремумов в теплую и холодную климатические фазы – волна потепления в апреле – начале мая. В этот период на Русскую равнину обычно распространяется действие гребней субтропических антициклонов и достаточно долго господствует теплая и сухая погода, причем ситуация из года в год повторяется. По времени это соответствует принципиальным изменениям глобальной атмосферной циркуляции –

---

<sup>8</sup> Пузаченко Ю.Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях : учеб. пособие. М. : Академия, 2004. 416 с.

переходу климата Северного полушария с зимнего на летний режим. Данный переход, в частности, смещение Азорского антициклона на 5–6<sup>0</sup> с.ш. севернее его зимнего положения, осуществляется достаточно быстро, за 2–3 недели, и в дальнейшем система циркуляции не меняется до сентября, но в процессе перехода возникают перебои западного переноса и место циклонов занимают гребни высокого давления, «протягивающиеся» из тропиков. Конечно, это благоприятно для весенних работ на садовых участках, но в то же время приводит к широко известному эффекту непродуктивных потерь влаги на пашне за счет избыточного испарения. В это время активная вегетация растений еще не началась и испарение носит в основном физический, а не биологический характер, достигая 50 мм и более (30–50 процентов суммы зимних осадков). Ситуацию усугубляет и низкая относительная влажность тропического воздуха, проникающего в данный период на территорию нашего региона: дефицит насыщения водяным паром восполняется за счет испарения с поверхности. Поэтому в любую климатическую фазу сохраняют актуальность мероприятия по аккумуляции влаги зимних осадков в пахотных почвах (в первую очередь в условиях контрастного рельефа): снегозадержание, лункование и бороздование при зяблевой вспашке и т. п.

Обратный переход климатической системы на зимний режим циркуляции в сентябре – начале октября также сопровождается стационаризацией антициклонов с теплым воздухом, получившим в народе название «бабье лето». Как видно из рисунка 4, бабье лето в теплую климатическую фазу было выражено лучше и смещено на октябрь, а в холодную фазу – либо наблюдалось в первой половине сентября, либо отсутствовало вовсе. Причина различий состояла в том, что само похолодание климата вызывается широтным смещением центров действия атмосферы: летом они располагаются несколько южнее своего среднего положения (открывая пути для проникновения на Русскую равнину холодного воздуха, ухудшающего погоду), и переход к зимнему режиму в холодную климатическую фазу осуществляется тем самым быстрее и раньше.

Анализ изменений годового хода осадков приводит к выводу, что в 1990-е годы климат Рязанской области в целом стал более океаническим, близким по режиму к климату Центральной Европы, что сопровождалось ростом температурного фона и не столько общим увеличением увлажненности, сколько изменением распределения осадков по сезонам. Как видно из рисунка 3, в годовом ходе осадков выделяются 2 максимума (в июле и октябре) и 1 минимум (в марте – апреле). Такая структура увлажнения определяется *условиями местного испарения влаги* (локальные факторы) и *сезонной динамикой циклонической активности* в Атлантико-Европейском регионе (факторы глобального масштаба). Июльский максимум увлажнения обусловлен тем, что в середине лета достигаются наиболее высокие температуры, что влечет за собой рост испарения и конвективной неустойчивости – важнейших условий формирования облаков и выпадения осадков, в том числе ливневого характера. Осенний максимум осадков существует уже вопреки действию термического фактора: вполне очевидно, что сезонное снижение температуры воздуха осенью не способствует росту осадков. Однако воды Атлантики остывают значительно медленнее, вследствие чего в

октябре над океаном резко обостряются температурные контрасты, активизируются климатологические фронты и возрастает циклоническая активность. При этом октябрьские циклоны, приходящие на Русскую равнину с Северной Атлантики, обладают высокой водностью, поскольку океан еще не остыл, и испарение влаги с его поверхности велико (в иные годы даже выше, чем летом). Следовательно, осенний максимум осадков в нашем регионе обусловлен сезонной активизацией циклогенеза, уже никак не связан с местными условиями (ведь вклад локального испарения в холодное полугодие ничтожно мал) и выражен тем лучше, чем выше влияние океанических воздушных масс на региональный климат. По мере остывания вод Мирового океана в Северном полушарии водность циклонов снижается, тогда как их количество может оставаться довольно большим, поэтому и годовой минимум осадков приурочен к рубежу зимнего и весеннего сезонов – периоду годового минимума температуры океанических вод.

Общие особенности распределения осадков по месяцам остаются неизменными во все климатические фазы, но некоторые изменения все же происходят. Как следует из рисунка 3, на пике «глобального потепления» по сравнению с холодной эпохой середины XX века отмечался рост увлажнения в большинстве месяцев года и наиболее значительным и устойчивым он был в июле – октябре. Следовательно, оба сезонных максимума осадков – летний и осенний – стали выражены лучше. В этом проявились как рост температур воздуха и местного испарения в летние сезоны, так и процесс большего масштаба – рост температур поверхностных вод Мирового океана, что сделало климат нашего региона более океаническим. Как уже говорилось выше, индикатором океаничности можно считать сумму осадков октября, рост которых – наиболее характерная особенность теплой фазы динамики регионального климата (рис. 3).

На годовой ход относительной влажности воздуха (рис. 6) влияют три группы факторов: *термические* (чем ниже температура, тем при прочих равных условиях воздух ближе к состоянию насыщения и тем выше относительная влажность), *циркуляционные* (при прохождении циклонов, то есть при «ухудшении погоды», относительная влажность увеличивается, а «хорошая» антициклональная погода приводит к ее снижению) и *интенсивность местного испарения* (рост испарения в теплую погоду увеличивает относительную влажность). В связи с этим вполне закономерно, что годовой минимум относительной влажности наблюдается в апреле – мае, когда температуры воздуха резко возрастают, воздух удаляется от точки росы, теплые тропические воздушные массы с низким влагосодержанием проникают на территорию региона, а почва еще не успела прогреться и активная вегетация не началась, так что местное испарение еще достаточно низкое. Летом, несмотря на более высокие температуры, влагосодержание воздуха несколько возрастает под влиянием роста испарения. Исключением является август, когда увеличивается вероятность засушливых антициклональных погод. Действительно, большинство наиболее известных засух последних десятилетий (в том числе засухи 1936, 1972, 2002 и 2010 гг.) достигали пика именно в августе, что является устойчивой закономерностью. Годовой максимум относительной влажности наблюдается в холодном и ненастном но-

ябре. Безусловно, в зимние месяцы температуры еще ниже и можно было бы ожидать дальнейшего роста относительной влажности. Однако зимой снижается повторяемость циклонических погод и, кроме того, может происходить вымораживание водяного пара из воздуха при особенно значительных понижениях температуры, которые в ноябре крайне маловероятны.

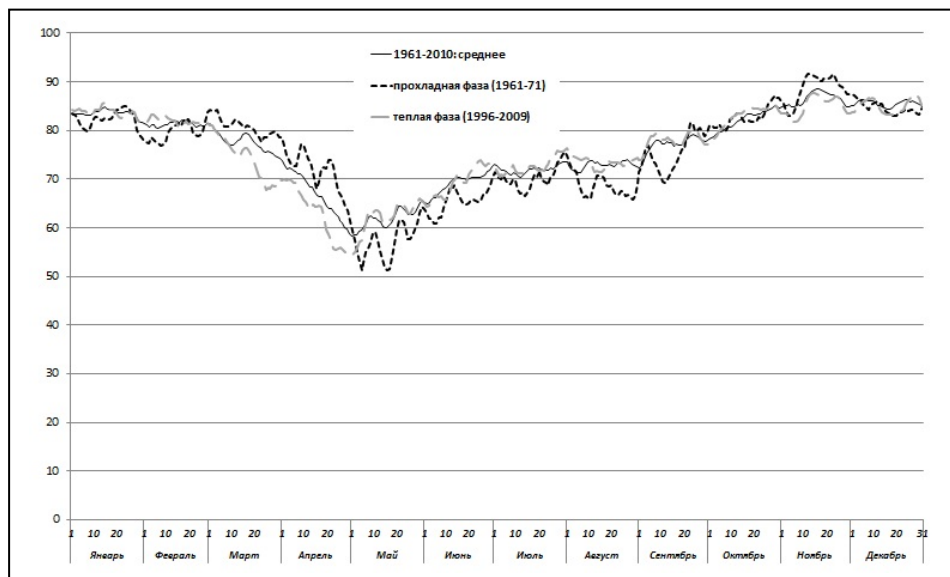


Рис. 6. Годовой ход относительной влажности воздуха, %

Как следует из рисунка 6, среднегодовая кривая относительной влажности, характеризующая условия пика «глобального потепления» в марте – апреле и ноябре идет ниже, а в мае – августе и январе – феврале – выше, чем в холодную климатическую фазу. Подобно режиму осадков, это отражает рост океаничности регионального климата: потепление привело к более раннему наступлению весны и большей сухости воздуха в апреле, большей увлажненности летних сезонов и более интенсивному летнему испарению, меньшей выраженности циклонических погод в ноябре и, как следствие, росту циклоничности и влажности зимних месяцев. В настоящее время наблюдаются «реверсивные» климатические изменения.

В отличие от относительной влажности облачность – это климатический параметр, более зависимый от циркуляционных условий (повторяемости циклонов и антициклонов) по сравнению с иными факторами (сезонным ходом температуры, местного испарения и др.). Теоретически сезонное снижение температуры, приближая воздух к точке росы, должно способствовать росту облачности. Такое же влияние должно оказывать и обильное летнее испарение влаги, но в действительности наибольшее значение имеет годовой ход циклонической активности. Поэтому средневесенний минимум облачно-



сти выражен не столь отчетливо: для данного показателя свойствен более растянутый во времени период пониженных значений, охватывающий весь летний сезон, когда циклоническая активность по сравнению с зимой падает примерно в 2 раза (рис. 7).

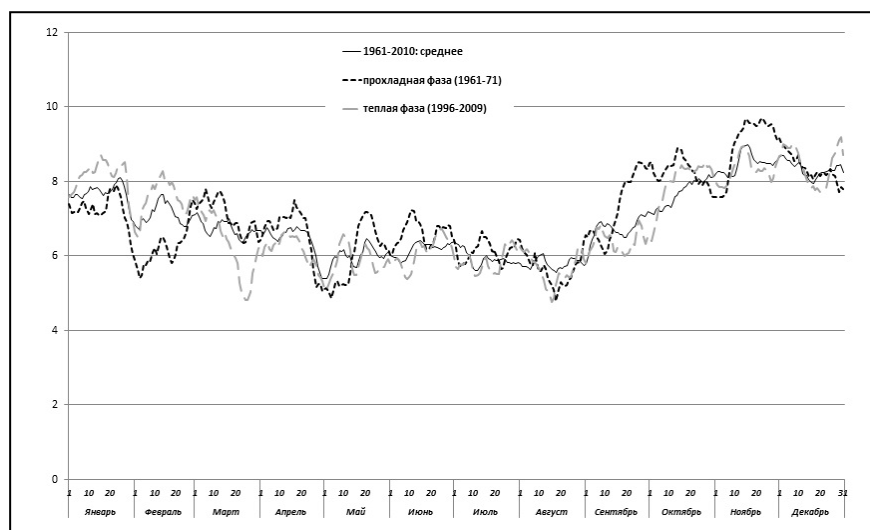


Рис. 7. Внутригодовая динамика общей облачности, баллы

Среднемесячные баллы облачности достигают минимума в августе, на который приходится наибольшая повторяемость засушливых антициклональных погод, а годовой максимум приурочен к ноябрю, когда даже в антициклонах из влаги, принесенной с медленно остывающей Атлантики, нередко формируются слоистообразные облака, сплошной пеленой подолгу закрывающие небо. Зимой возрастает повторяемость антициклонов, поэтому и облачность снижается, временами приближаясь даже к «летним» значениям, несмотря на низкие температуры воздуха.

Годовая амплитуда облачности в холодную фазу климатической динамики достигала 5 баллов, а в менее континентальном, более ровном климате периода «глобального потепления» снизилась до 4 баллов (рис. 7).

Как видно из таблицы 5, холодная климатическая фаза отличалась ростом облачности в теплое полугодие и, наоборот, в 2,5 раза большей повторяемостью ясных дней в зимний сезон. Это совершенно закономерно, ибо облачность, как отмечалось выше, зависит от повторяемости циклонических («плохих») и антициклонических («хороших») погод, которая в свою очередь определяется траекториями барических систем. В холодную эпоху данные траектории смещены к югу и зимой в нашем регионе учащаются вторжения морозных арктических антициклонов, что одновременно снижает зимние температуры и увеличивает повторяемость ясных дней, а летом наблюдается господство умеренного воздуха и частые циклоны. В теплую климатическую фазу, наоборот, циклонические траектории проходят через центр Русской

равнины не летом, а зимой; летом же распространяется влияние периферии субтропических максимумов и растет вероятность жарких малооблачных погод. Иными словами, потепление проявляется в смещении системы циклонических траекторий на несколько сотен километров к северу, а похолодание – обратно к югу, в результате чего некоторые сезонные погодные особенности могут даже «меняться местами»: что было свойственно лету, наблюдается зимой, и наоборот.

Таблица 5

Вероятность ясных и пасмурных погод  
в различные фазы климатической динамики, %

Месяц	Среднее (1961–2010)		Прохладная фаза (1961–1971)		Теплая фаза (1996–2009)	
	ясные погоды	пасмурные погоды	ясные погоды	пасмурные погоды	ясные погоды	пасмурные погоды
Январь	8,0	61,8	<b>12,3</b>	60,8	4,9	68,2
Февраль	12,0	52,2	<b>20,8</b>	38,7	8,1	58,6
Март	12,7	46,3	9,2	<b>54,8</b>	15,2	42,6
Апрель	9,0	38,4	6,7	<b>40,0</b>	11,6	35,9
Май	11,8	27,9	<b>14,5</b>	<b>28,5</b>	12,6	23,9
Июнь	7,0	26,4	<b>8,3</b>	<b>36,2</b>	6,4	24,5
Июль	8,0	26,2	<b>8,7</b>	<b>31,2</b>	6,0	20,7
Август	12,8	25,4	<b>15,0</b>	<b>24,7</b>	12,9	22,8
Сентябрь	9,6	37,8	8,3	<b>42,2</b>	11,9	36,6
Октябрь	5,8	56,7	0,5	<b>67,2</b>	5,1	61,8
Ноябрь	4,4	70,4	3,8	<b>73,8</b>	5,5	72,4
Декабрь	3,8	69,2	1,7	68,3	3,9	71,2

*Примечание.* Ясные погоды – периоды со средней общей облачностью 2 балла и менее, пасмурные погоды – с общей облачностью 8 баллов и более. Полушарным курсивом отмечены показатели, имеющие наиболее высокие значения в холодную фазу климатической динамики, что может рассматриваться как отличительная черта данной фазы.

Наиболее общая особенность динамики атмосферного давления (рис. 8) – его зависимость от высоты солнца над горизонтом: чем она больше, тем интенсивнее прогрев земной поверхности, тем больше конвективная неустойчивость приземной атмосферы, тем интенсивнее воздух поднимается и растекается с нагретой поверхности суши, создавая дефицит массы атмосферного столба; выхолаживание поверхности в осенне-зимний период приводит к противоположному эффекту – росту давления на фоне нисходящих движений воздуха. Именно поэтому годовой минимум атмосферного давления приходится на июнь, когда высота солнца над горизонтом наибольшая (до 59 °С в истинный полдень), а максимум приходится на зиму. Данная закономерность осложняется циклонической деятельностью, вследствие чего во все климатические фазы отмечается вторичный минимум давления в октябре, что синхронно с осенним пиком

увлажненности (рис. 3), а зимой имеют место большие колебания давления высокой интенсивности циклогенеза в данный сезон.

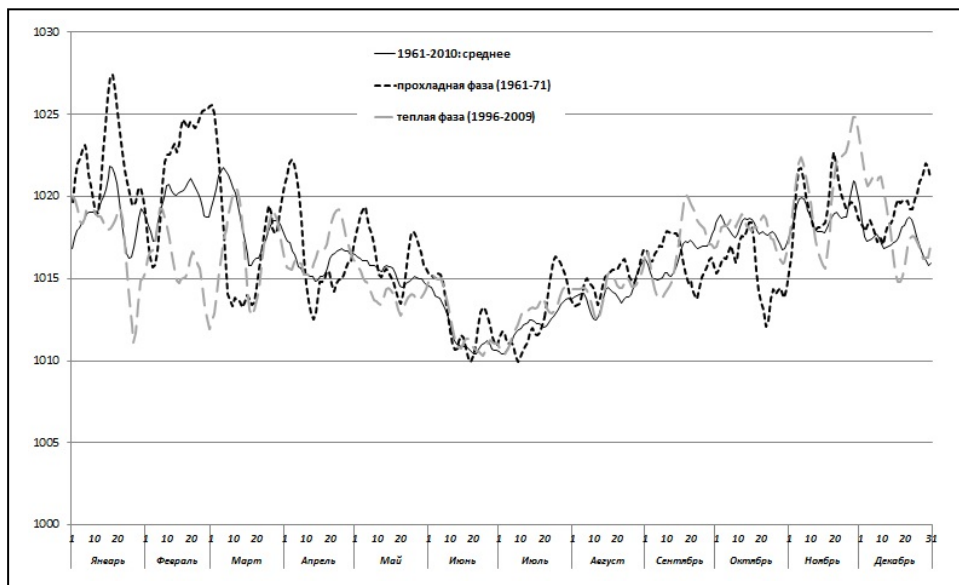


Рис. 8. Динамика среднесуточных значений атмосферного давления в течение года (гПа, после приведения к уровню моря)

Холодная климатическая фаза отличалась более высоким фоном атмосферного давления в зимний период (особенно в феврале) и большей его годовой амплитудой. На пике «глобального потепления» из-за участвовавших зимних циклонов среднее давление в зимние месяцы снизилось (до 1017 гПа против 1021 гПа в середине XX века), соответственно уменьшилась и годовая амплитуда. Следовательно, годовой ход атмосферного давления – еще один показатель того, что климат теплой фазы 1990–2000-х годов был в целом более ровным, и изменения, вызванные процессом потепления, касались в основном зимних сезонов.

Свидетельством потепления климата являются и изменения скорости ветра (рис. 9). Вполне очевидно, что интенсивность горизонтальных переносов воздуха пропорциональна градиенту атмосферного давления и летом снижается примерно в 1,5 раза параллельно сезонному снижению данного градиента. Однако в холодную эпоху, как видно из рисунка, средние скорости ветра в нашем регионе были почти в 2 раза выше, чем на пике «глобального потепления» (4,9 против 2,6 м/с в среднем за год). Причина заключается в том, что потепление климата, затронувшее в основном умеренные и приполярные широты, привело к выравниванию широтных различий в температуре и давлении, что принципиально ослабило силы, приводящие воздух в движение и «создающие» ветер. Следовательно, скорость ветра – один из наиболее представительных индикаторов смены климатических фаз, чрезвычайно отзывчивый на устойчивые тенденции потепления и похолодания.

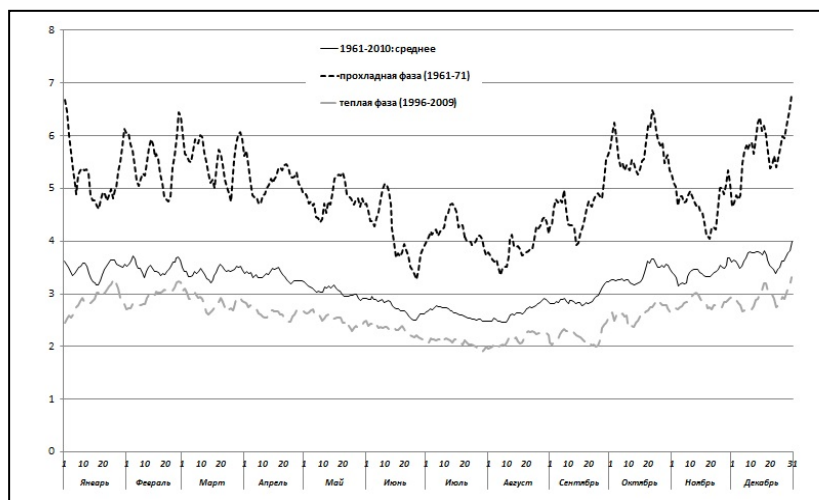
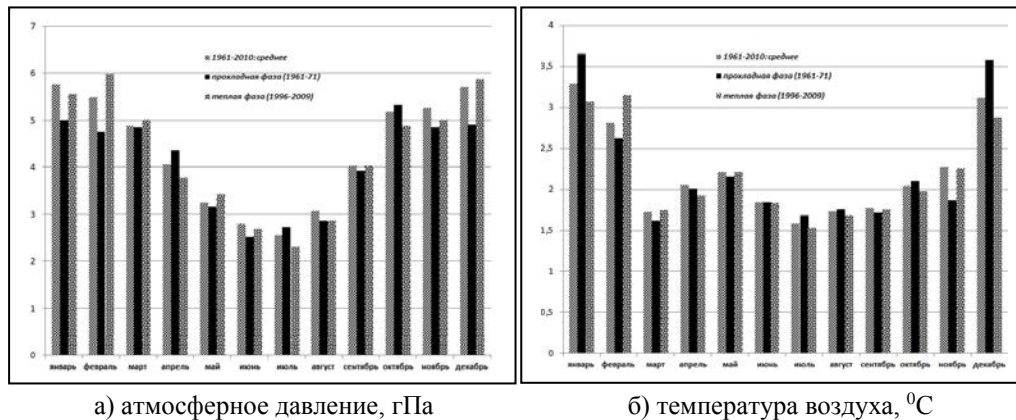


Рис. 9. Среднесуточная скорость ветра и ее изменения по сезонам и фазам климатической динамики

Вкратце остановимся на погодных факторах, влияющих на самочувствие человека и определяющих комфортность климата. К числу важнейших биоклиматических факторов относятся резкие межсуточные изменения температуры и давления, вызывающие метеопатические реакции у людей, страдающих сердечно-сосудистыми и бронхолегочными заболеваниями, болезнями суставов, психоэмоциональными нарушениями и др. Как видно из рисунка 10, межсуточная динамика температуры и давления имеет хорошо выраженный годовой ход с максимумом в холодное полугодие и снижением абсолютных величин в летний сезон примерно в 2 раза.



а) атмосферное давление, гПа

б) температура воздуха, °С

Рис. 10. Межсуточные разности атмосферного давления и температуры воздуха по данным метеостанции Старожилово, усредненные по месяцам (Арифметические разности температуры и давления в данные и предыдущие сутки взяты по модулю безотносительно к тому, в какую сторону происходило колебание метеовеличин)

Очевидно, что данной динамикой управляет циклоническая деятельность: ее двукратное снижение летом, рост регулярных факторов погодных смен (высоты солнца над горизонтом взамен в значительной мере случайных процессов адвекции) приводит к выравниванию колебаний метеопараметров от суток к суткам. Очевидно и то, что совместное действие этих двух параметров находит непосредственное отражение в медицинской статистике, возможно, с 2–3-недельным временным лагом (рис. 11).

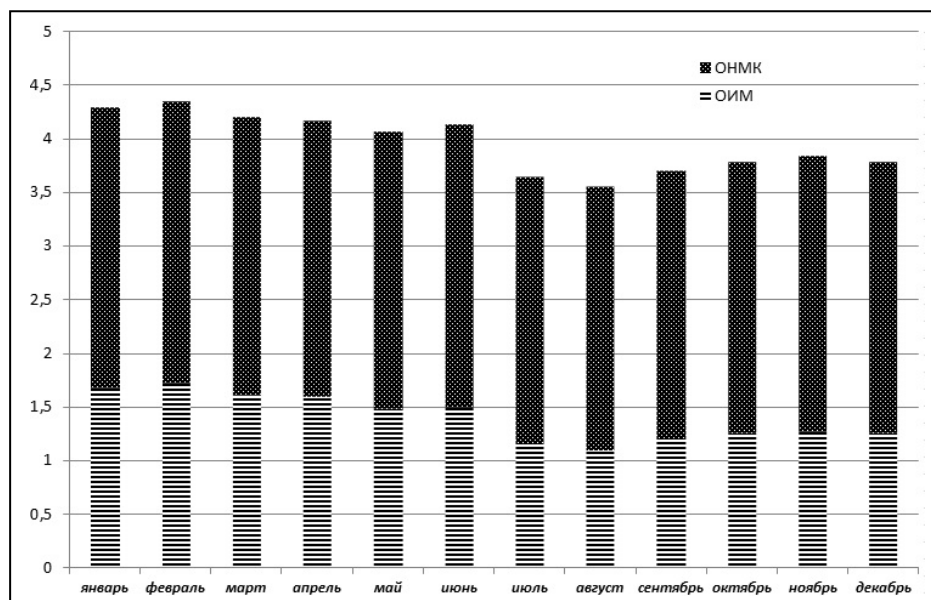


Рис. 11. Годовой ход обращаемости за скорой медицинской помощью по поводу острого инфаркта миокарда и острого нарушения мозгового кровообращения в одном из регионов Центра России (на примере 2008 г.), случаев на 100 тыс. жителей в сутки (по В.Л. Пайкову и др. <sup>9</sup>)

Из рисунка 10 следует, что ход температуры и давления управляется несколько разными факторами, вследствие чего между ними отсутствует полная синхронность. Динамика давления определяется активностью барических систем, частотой смен циклонов антициклонами на территории нашего региона. Поэтому межсуточные амплитуды атмосферного давления имеют три в той или иной степени выраженных максимума: осенний (в октябре), зимний (в январе) и ранневесенний (в марте), когда фронтальные процессы в Северном полушарии наиболее активны. Наиболее типично данная закономерность проявлялась в холодную климатическую фазу, а затем, в процессе потепления климата, произо-

<sup>9</sup> Пайков В.Л., Ишметов Р.П., Каргина Н.А. Обращаемость больных с острой сердечно-сосудистой патологией за скорой медицинской помощью в условиях крупного города // Казанский медицинский журнал. 2010. № 5. С. 697–699.

шел «фазовый сдвиг» сезонов: осенний максимум сместился на декабрь, а ранневесенний – на февраль. На пике «глобального потепления» именно зимние месяцы стали наиболее нестабильными по режиму атмосферного давления, а октябрь утратил это первенство. Данный факт нельзя признать благоприятным: в середине XX века риск метеотропных реакций как бы перераспределялся между тремя сезонами, а в эпоху «глобального потепления» оказался сконцентрированным только в рамках зимнего периода, что при прочих равных условиях увеличило нагрузку на метеочувствительных людей. Возросла и средняя амплитуда межсуточных изменений атмосферного давления: среднегодовая – с 4,1 до 4,3 гПа, а зимняя – с 4,9 до 5,8 гПа соответственно в холодную и теплую климатические фазы.

Следовательно, режим барического поля в 1990–2000-е годы был более напряженным и риск связанных с ним метеопатических реакций возрос. Однако последствия таких изменений сглаживаются противоположной динамикой иного, не менее важного параметра – межсуточной амплитуды температур воздуха (рис. 10б). В данном случае можно наблюдать несколько иные закономерности годового хода, поскольку температурные колебания управляются не циклонической деятельностью как таковой, а частотой контактов воздушных масс с разными термическими характеристиками. В холодную климатическую фазу данная частота была наибольшей в начале зимы, а также в мае и октябре – месяцах с максимальной повторяемостью заморозков. Процесс потепления климата привел к выравниванию термических различий на разных широтах и, кроме того, повысилось теплосодержание поверхностных вод Мирового океана (он стал теплее и в зимний сезон остывал дольше обычного). По этим причинам на пике «глобального потепления» температурная динамика, в отличие от динамики давления, несколько снизилась (межсуточные изменения зимних температур уменьшились до 3,0 °С против 3,3 °С в середине XX века), максимум температурных колебаний сместился с января на февраль, а менее выраженный октябрьский максимум вообще не проявлялся.

Погодные условия безморозного периода (май – сентябрь) являются наиболее стабильными во времени: различия по фазам климатической динамики минимальны. Но в теплую фазу все же отмечается несколько более ровный ход и температуры, и давления (величины их межсуточных изменений снизились на 3–5 процентов) по причине общего снижения температурных и барических градиентов, сделавшего ход многих метеопараметров более ровным, что проявилось, в частности, в изменениях скорости ветра (рис. 9).

Таким образом, амплитуда колебаний температуры воздуха в рамках 70-летних климатических циклов на порядок превышает вековой тренд потепления климата в Атлантико-Европейском секторе (около 0,25 °С за 100 лет) и период «глобального потепления» отнюдь не уникален по темпам изменений климата. Не менее значимо меняются по фазам климатической динамики и иные метеопараметры (атмосферное давление, осадки, скорость ветра). Впрочем, амплитуда их вековых циклических колебаний не столь велика, чтобы обеспечить существенный сдвиг границ природных зон. Тем не менее, достаточно существенно меняются условия перезимовки плодовых

деревьев, урожайность теплолюбивых культур, повторяемость засух и экстремально высоких половодий, параметры общей увлажненности ландшафтов, а также вероятность метеопатических реакций людей как следствие высокой межсуточной динамики метеоэлементов. В 2009 году началась очередная фаза похолодания климата, в связи с чем погодные параметры предыдущей аналогичной прохладной фазы (эпоха Е + С: 1950–1960-е гг.) могут рассматриваться в качестве прогнозных на ближайшие 25–30 лет.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ЭЛЕКТРОННЫХ РЕСУРСОВ

1. Гирс, А.А. Макроциркуляционный метод долгосрочных метеорологических прогнозов [Текст] : моногр. – Л. : Гидрометеиздат, 1974. – 480 с.
2. Гледзер, Е.Б., Системы гидродинамического типа и их применение [Текст] : моногр. / Е.Б. Гледзер, Ф.В. Должанский, А.М. Обухов. – М. : Наука. 1981. – 368 с.
3. Дзюба, А.В. Механизм формирования климатических тенденций в прошедшем и текущем столетиях [Текст] / А.В. Дзюба, Г.Н. Панин // Метеорология и гидрология. – 2007. – № 5. – С. 5–27.
4. Иванов, В.В. Ведущие закономерности многолетней и сезонной изменчивости макроциркуляции атмосферы, метеорологических и ледовых условий в юго-восточной части Баренцева моря в конце XX – начале XXI столетия [Текст] / В.В. Иванов, А.А. Лебедев // Тр. Арктического и Антарктического науч.-исслед. ин-та. – СПб., 2003. – Т. 445. – С. 8–23.
5. Пайков, В.Л., Обращаемость больных с острой сердечно-сосудистой патологией за скорой медицинской помощью в условиях крупного города [Текст] / В.Л. Пайков, Р.П. Ишметов, Н.А. Каргина // Казанский медицинский журнал. – 2010. – № 5. – С. 697–699.
6. Пузаченко, Ю.Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях [Текст] : учеб. пособие. – М. : Академия, 2004. – 416 с.
7. Шнитников, А.В. Внутривековая изменчивость компонентов общей увлажненности [Текст] : моногр. – Л. : Наука, 1969. – 244 с.
8. Eschenbach, W. Congenital Climate Abnormalities [Electronic resource]. – Mode of access : <http://alethonews.wordpress.com/2010/02/13/congenital-climate-abnormalities> (дата обращения: 10.03.2014)

#### REFERENCES

1. Girs, A.A. *Makrotsirkulyatsionnyy metod dolgosrochnykh meteorologicheskikh prognozov* [Text] [Macrocirculation method of long-range weather forecasts] : monogr. – L. : Gidrometeoizdat, 1974. – 480 p.
2. Gledzer, Ye.B. *Sistemy gidrodinamicheskogo tipa I ikh primeneniye* [Text] [Systems of hydrodynamic type and their application] : monogr. / Ye.B. Gledzer, F.V. Dolzhansky, A.M. Obukhov. – M. : Science. 1981. – 368 p.
3. Dzyuba, A.V. *Mekhanizm formirovaniya klimaticheskikh tendentsiy v proshedshem I tekushchem stoletiyakh* [Text] [The mechanism of formation of climate trends in the past and the present centuries] / A.V. Dzyuba, G.N. Panin // *Meteorologiya I gidrologiya*. – Meteorology and Hydrology. – 2007. – N 5. – P. 5–27.

4. Ivanov, V.V. *Vedushchiye zakonomernosti mnogoletney I sezonnoy izmenchivosti makrotsirkulyatsii atmosfery, meteorologicheskikh I ledovykh usloviy v yugo-vostochnoy chasti Barentseva morya v kontse XX–XIX stoletiya* [Text] [Leading patterns of long-term and seasonal variability of macro-atmosphere, weather and ice conditions in the south-eastern part of the Barents Sea at the end of the 20<sup>th</sup> and the beginning of the 21<sup>st</sup> centuries] / V.V. Ivanov, A.A. Lebedev // *Tr. Arkticheskogo I Antarkticheskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta*. – Treatise of the Arctic and Antarctic Scientific Research Institute. – 2003. – Vol. 445. – P. 8–23.

5. Paykov, B.L. *Obrashchayemost' bol'nykh s ostroy serdechno-sosudistoy patologiyey za skoroy meditsinskoy pomoshch'yu v usloviyakh krupnogo goroda* [Text] [Medical aid appealability of patients with acute cardiovascular pathology in a large city] / V.L. Paykov, R.P. Ishmetov, N.A. Kargina // *Kazanskiy meditsinskiy zhurnal*. – Kazan Medical Journal. – 2010. – N 5. – P. 697–699.

6. Puzachenko, Yu.G. *Matematicheskiye metody v ekologicheskikh I geograficheskikh issledovaniyakh* [Text] [Mathematical methods in ecological and geographical research] : textbook. – M. : Academy, 2004. – 416 p.

7. Shnitnikov, A.V. *Vnutrивekovaya izmenchivost' komponentov obshchey uvlazhnennosti* [Text] [Interdecadal variability of the components of the overall moisture] : monogr. – L. : Science, 1969. – 244 p.

8. Eschenbach, W. *Congenital Climate Abnormalities* [Electronic resource]. – Mode of access : <http://alethoews.wordpress.com/2010/02/13/congenital-climate-abnormalities> (accessed: 10.03.2014).

## **S.A. Tobratov**

### **THE REGULARITIES AND SCALE OF LONG-TERM CLIMATE FLUCTUATIONS IN THE RUSSIAN PLAIN CENTRE (ACCORDING TO THE WEATHER STATION RYAZAN)**

The substantiation of the cyclical component of modern change of climate of Central Russia with characteristic times from 70 years to 1.5 weeks was made. The scale of variability of the main meteorological parameters during the climate phases change was considered. The results can be used in medium- and long-term regional climate forecasts.

*cyclic climate change, global warming, atmospheric circulation forms, temperature, precipitation, atmospheric pressure, wind speed, agrometeorology, climatic comfort, climate forecast.*