

Ю.П. Переведенцев<sup>1</sup>, Н.А. Важнова<sup>1</sup>, Э.П. Наумов<sup>1</sup>, К.М. Шанталинский<sup>1</sup>, Р.Б. Шарипова<sup>2</sup><sup>1</sup>Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Yuri.Perevedentsev@ksu.ru<sup>2</sup>ГНУ Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства Россельхозакадемия, Ульяновск, rezedasharipova63@mail.ru

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В ПРИВОЛЖСКОМ ФЕДЕРАЛЬНОМ ОКРУГЕ

Рассматриваются изменения основных климатических показателей (приземная температура воздуха, атмосферные осадки, опасные явления погоды) на территории Приволжского федерального округа (ПФО) в период 1955 – 2010 г. Показано, что в целом на территории округа средняя годовая температура выросла за исследуемый период на 1,78°C, зимняя – на 2,65°C, летняя – на 0,91°C. Наибольший рост отмечен в северной части округа (1,87°C), а наименьший – в юго-восточной части (1,52°C). Годовые суммы осадков за весь период обнаруживают слабый рост (44 мм) в основном за счет летних осадков. Однако, с начала XXI века летние суммы осадков в регионе практически не меняются, наметилась также тенденция к уменьшению зимних осадков.

С использованием специальных индексов Педя и Нестерова, гидротермического коэффициента Селянинова выявлена тенденция роста засушливости и пожароопасности в лесах в летний период, что необходимо учитывать в сельском и лесном хозяйстве.

Установлена статистическая зависимость зимнего режима температуры от влияния барико-циркуляционных процессов Северной Атлантики, способствующих потеплению, в летний период наметилась тенденция более частого формирования блокирующих ситуаций (стационарных антициклонов), благоприятствующих образованию засух.

*Ключевые слова:* климат, изменения климата, температура воздуха, атмосферные осадки

В последние годы казанские метеорологи значительное внимание уделяют анализу климатических изменений на обширной территории Приволжского федерального округа (ПФО), выделяющегося многообразием природных условий сложившихся на территории Волжского бассейна и Предуралья. Этот интерес обусловлен необходимостью изучения регионального отклика на происходящее глобальное потепление климата и оценки последствий изменения в природных и социально-экономических процессах региона. Проблеме изучения глобальных и региональных климатических процессов посвящен цикл опубликованных авторами работ. В частности, результаты статистического анализа современных изменений климата в тропосфере и стратосфере Земли и в отдельных регионах Северного полушария до 2010 г. представлены в работах (Переведенцев, Шанталинский, 2011; Переведенцев и др., 2011).

Многочисленные факты свидетельствуют, что современные изменения климата оказывают дестабилизирующее воздействие на природные процессы, экосистемы и экономику. Участвовавшие жестокие засухи, лесные пожары, наводнения, зимние морозы и другие негативные явления преобразуют привычную среду обитания, увеличивают масштабы социально-экономических потерь и издержки их преодоления. Проблема изменения климата впервые в 2010 г. обсуждалась Советом Безопасности РФ с целью оценки возможной угрозы устойчивому развитию и экономической безопасности России от негативных изменений климата (Оценка макроэкономических последствий изменений климата..., 2011).

Проблема глобальных и региональных изменений окружающей среды и климата по-прежнему остается актуальной несмотря на некоторое замедление темпов глобального потепления в последние годы. Согласно (Бирман, Бережная, 2012), температура приповерхностного воздуха 2011 г. оказалась ниже, чем температура 2010 г. и как отмечено в (Клименко, 2011), впервые за последние 65 лет

среднеглобальная за пятилетие (2006-2010 гг.) температура оказалась ниже температуры предыдущей пятилетки (2001-2005 гг.). При этом максимум температуры 1998 г. остается непревзойденным, несмотря на рост эмиссии углекислого газа.

При этом в среднем в период 1976-2010 гг. глобальная температура росла со скоростью 0,2°/10 лет, а на территории России со скоростью 0,5°/10 лет. Остается открытым вопрос о генезисе современного потепления – вкладе антропогенных и естественных факторов. В частности, в (Клименко, 2011) отмечается, что пик современного потепления (1975-2005) пришелся на период совпадения чрезвычайно интенсивных положительных фаз Северо-Атлантического (САК) и Южного (ЮК) колебаний с рекордными за последние 600 лет уровнями солнечной активности, что и обеспечило скорость потепления в масштабах планеты

Станция	Месяц				
	V	VI	VII	VIII	IX
Лальск	0,9	1,2	1,3	1,3	1,3
Киров	0,8	1,1	1,2	1,3	1,3
Пермь	0,8	1,2	1,2	1,3	1,3
Ижевск	0,6	1,0	1,0	1,1	1,0
Н.Новгород	0,7	1,1	1,1	1,2	1,1
Чебоксары	0,6	0,9	1,0	1,0	0,9
Казань, ЦГМС	0,6	1,0	1,0	1,0	1,0
Саранск	0,5	0,8	0,9	0,9	0,8
Ульяновск	0,5	0,7	0,8	0,8	0,8
Бугульма	0,6	1,0	1,1	1,1	1,0
Уфа	0,7	0,9	1,0	1,0	1,0
Учалы	0,4	0,9	1,2	1,1	1,1
Пенза, ГМО	0,7	0,9	1,0	0,9	0,9
Самара, ОГМС	0,5	0,8	0,8	0,8	0,8
Балашов	0,6	0,9	0,9	0,8	0,8
Саратов	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7
Перелюб	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6
Оренбург, ЗГМО	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6
Зерн. с/х Озерный	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5

Табл. 1. Средние многолетние значения ГТК по ПФО за 1966-2010 гг.

$\geq 0,2^\circ/10$  лет.

Наиболее развита парниковая теория климата, позволяющая производить оценки климата будущего. В частности, для Поволжья, согласно оценкам приведенным в (Оценка макроэкономических последствий изменений климата..., 2011) для периода 2011-2030 гг. ожидаются следующие изменения климата: умеренное потепление (зимой  $0,9-1,3^\circ\text{C}$ ; летом  $1,0-1,2^\circ\text{C}$ ), повышение летних экстремальных температур, небольшое увеличение среднего количества осадков.

В настоящей работе главное внимание уделено изменению основных показателей климата на территории Приволжского Федерального округа за последние десятилетия (1955-2010 гг.). При этом особое внимание уделено температурно-влажностному режиму, проблеме пожароопасности в летний период и вопросам адаптации к изменяющимся климатическим условиям.

Исходные средние месячные данные температуры воздуха и сумм атмосферных осадков 215 метеостанций, относительно равномерно расположенных на территории округа и сопредельным территориям, методом объективной интерполяции были разнесены в узлы квадратной сетки с шагом 20 км и проведено пространственное и временное осреднение исследуемых величин по территории всего округа, отдельных его регионов, сезонам года. По исходным и пространственно осредненным временным рядам были рассчитаны характеристики описательной статистики, выполнен трендовый и корреляционный анализ, методом цифровой фильтрации выделены низкочастотные колебания (НЧК) с периодом более 10 лет.

Для оценки степени увлажнения и засушливости вегетационного периода широкое применение получил индекс Селянинова, который вычисляется по формуле:

$$ГТК = \frac{10 \sum P}{\sum T_{>10^\circ}}$$

где  $\sum P$  – сумма осадков (мм) и  $\sum T_{>10^\circ}$  – сумма среднесуточных температур ( $^\circ\text{C}$ ) за период с  $T \geq 10^\circ\text{C}$ .

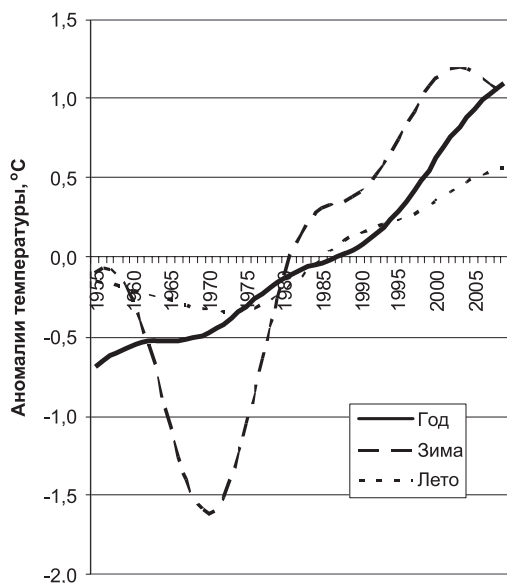


Рис. 1. Низкочастотная компонента (более 10 лет) аномалий температуры воздуха осредненной по территории ПФО.

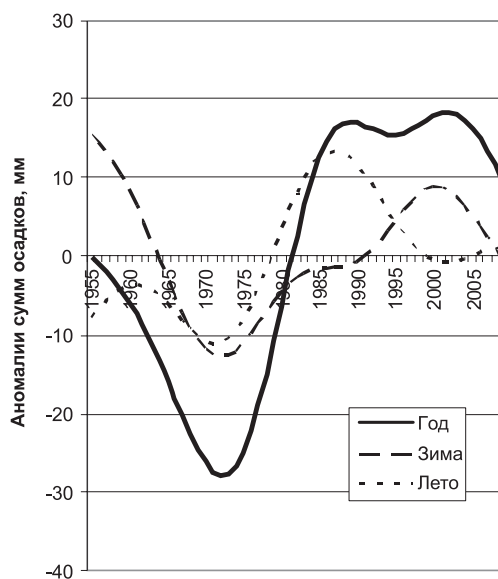


Рис. 2. Низкочастотная компонента (более 10 лет) аномалий количества осадков осредненных по территории ПФО.

Разной степени увлажнения соответствуют следующие градации ГТК: ГТК  $< 0,4$  – очень сильная засуха;  $0,4 \leq ГТК < 0,5$  – сильная засуха;

$0,5 \leq ГТК < 0,7$  – средне засушливо;  $0,7 \leq ГТК \leq 1,0$  – недостаточно влажно;

$1,0 < ГТК \leq 2,0$  – достаточно влажно; ГТК  $> 2,0$  – переувлажнено.

Величины ГТК рассчитывают по данным о месячных суммах температур и осадков и находят корреляционные связи с различными критериями засушливости.

Агроклиматические исследования по связи между ГТК и урожайностью на примере яровой пшеницы показали, что максимальному урожаю соответствует ГТК равный 1,2. При ГТК  $< 1,2$  урожаи снижаются из-за развития засушливых явлений, а при ГТК  $> 1,2$  урожаи уменьшаются от переувлажнения (Шашко, 1967).

ГТК служит характеристикой увлажненности территории (влагообеспеченности). Показатель ГТК хорошо согласуется с геоботаническими зонами: ГТК 1,3-1,1 соответствует лесной; 1,0-0,8 – лесостепной; 0,7-0,6 – степной; 0,5-0,3 – полупустынной и менее 0,3 – пустынной зонам при вычислении показателя за весь вегетационный период в пределах температур выше  $10^\circ\text{C}$ .

Начиная с 1970-х годов в отечественных работах широкое распространение нашел показатель засушливости, предложенный Д.А. Педем:

$$S = \frac{\Delta T}{\sigma_T} - \frac{\Delta P}{\sigma_P}$$

где  $\Delta T$ ,  $\Delta P$  – отклонения температуры воздуха и суммы осадков от нормы,  $\sigma_T$ ,  $\sigma_P$  – средние квадратические отклонения средних месячных температур воздуха и осадков.

Теплолагообеспеченность оценивается по следующей шкале:

$S < -3,0$  – сильное избыточное увлажнение;  $-3,0 \leq S < -2,0$  – среднее избыточное увлажнение;  $-2,0 \leq S < -1,0$  – слабое избыточное увлажнение;  $-1,0 \leq S < 1,0$  – близкое к норме;  $1,0 \leq S < 2,0$  – слабая засуха;  $2,0 \leq S < 3,0$  – средняя засуха;  $S \geq 3,0$  – сильная засуха.

За рубежом используется индекс интенсивности засухи Палмера.

Оценки разных классов пожарной опасности выполняются на основе расчетов индексов пожароопасности. Наибольшее распространение в России получили индексы пожароопасности (горимости) Нестерова (Шерстюков, Шерстюков, 2007). В работе (Мохов, 2006) потенциал пожароопасности  $I_F$  определяли по метеорологическим данным согласно формуле:

$$I_F = \sum (T_M - T_D) \cdot T_{M^2}$$

где  $T_M$  – максимальная температура в  $^\circ\text{C}$ ,  $T_D$  – температура точки росы (завися-

шая от относительной влажности и температуры) в °С, суммирование проводится для тех дней, когда количество осадков  $P$  за сутки не превышает 3 мм. При  $P > 3$  мм величина  $I_F$  обнуляется. Принято разбивать значения потенциала пожароопасности на 5 диапазонов. Условия с  $I_F < 300$  (режим I) считаются непожароопасными, а в диапазонах 300-1000, 1000-4000, 4000-10000 и больше 10000 – соответственно режимы с малым (II), умеренным (III), высоким (IV) и экстремальным (V) уровнем пожароопасности.

Предпринимаются попытки оценки пожароопасной обстановки в лесах России при ожидаемом потеплении климата в XXI веке (Малецкий-Малевиц и др., 2007). В этой работе отмечается, что пожароопасные ситуации формируются под воздействием особых погодных условий и поэтому необходимы сведения об изменениях вероятностных характеристик климата – в первую очередь, о вероятностях превышения критических значений температур и статистических связях температура-осадки. Используются также данные о влажности почвы, о которой современные гидродинамические модели дают сведения на основании согласованных расчетов испарения, осадков и поверхностного стока.

Станция	Месяц				
	V	VI	VII	VIII	IX
Лальск	33,3	13,3	2,2	4,4	6,7
	33,3	48,9	71,1	66,7	68,9
Киров	22,2	11,1	2,2	4,4	6,7
	28,9	57,8	60,0	73,3	75,6
Пермь	31,1	8,9	6,7	4,4	4,4
	22,2	55,6	64,4	71,1	73,3
Ижевск	48,9	24,4	11,1	6,7	6,7
	15,6	40,0	44,4	46,7	48,9
Н.Новгород	28,9	8,9	6,7	6,7	4,4
	15,6	44,4	55,6	57,8	57,8
Чебоксары	46,7	28,9	15,6	17,8	15,6
	15,6	37,8	48,9	44,4	48,9
Казань, ЦГМС	48,9	24,4	8,9	11,1	11,1
	17,8	37,8	44,4	48,9	46,7
Саранск	48,9	26,7	13,3	11,1	13,3
	8,9	22,2	37,8	28,9	24,4
Ульяновск	60,0	42,2	35,6	26,7	26,7
	13,3	35,6	40,0	35,6	35,6
Бугульма	62,2	20,0	15,6	11,1	8,9
	22,2	44,4	53,3	53,3	53,3
Уфа	43,2	22,7	20,5	11,4	9,1
	22,7	38,6	40,9	36,4	38,6
Учалы	70,5	27,3	13,6	4,5	13,6
	11,4	43,2	61,4	61,4	54,5
Пенза, ГМО	44,4	22,2	17,8	11,1	11,1
	20,0	35,6	42,2	35,6	37,8
Самара, ОГМС	60,0	28,9	20,0	22,2	22,2
	15,6	24,4	35,6	28,9	24,4
Балашов	46,7	20,0	11,1	11,1	13,3
	11,1	31,1	33,3	24,4	24,4
Саратов	46,7	33,3	28,9	24,4	24,4
	15,6	13,3	13,3	8,9	8,9
Перелюб	71,1	44,4	42,2	40,0	31,1
	6,7	20,0	11,1	6,7	4,4
Оренбург, ЗГМО	60,0	51,1	48,9	53,3	48,9
	8,9	11,1	11,1	4,4	2,2
Зерн. с/х Озерный	57,8	62,2	44,4	53,3	55,6
	13,3	8,9	4,4	4,4	0,0

Табл. 2. Повторяемость (%) атмосферных засух (числитель) и избыточного увлажнения (знаменатель) по ГТК за 1966 – 2010 гг.

Рассмотрим особенности изменения основных климатических показателей на территории ПФО. В работе проведена классификация режима температуры и количества осадков по характеру изменения низкочастотной компоненты с использованием показателя сходства векторов, в виде которых были представлены поля изменения межгодовых разностей НЧК. Установлено, что изменение температурного режима на исследуемой территории достаточно однородно. Лишь на крайнем севере округа (север Кировской области и север Пермского края) и на крайнем юго-востоке (южные районы Башкортостана, центр и восток Оренбургской области) имеют место некоторые отличия в долгопериодном ходе температуры от остальной части округа. Таким образом, на территории округа выявлено три разных по площади однородных района по изменению температуры. Атмосферные осадки отличаются существенно большей пространственно-временной неоднородностью, поэтому на территории ПФО можно выделить 7 районов по изменению сумм осадков. Наличие указанных районов свидетельствует о существенно неоднородном характере формирования температурно-влажностного режима ПФО под влиянием атмосферной

Станция	Месяц							
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Лальск	18,5	32,6	34,5	30,4	23,9	13,0	4,8	
	52,0	36,9	34,4	30,5	42,9	63,4	81,1	
Киров	19,2	30,8	31,7	29,5	25,9	20,3	8,6	
	52,4	35,1	34,6	30,2	39,4	54,7	77,5	
Пермь	9,7	21,3	24,3	24,8	15,2	12,6	4,2	
	65,5	47,6	40,5	38,8	52,7	71,5	84,8	
Ижевск	19,4	33,4	35,0	30,3	30,8	23,6	13,3	
	53,9	28,7	26,4	26,4	32,4	47,6	70,5	
Н.Новгород	24,6	34,6	28,2	31,2	27,0	22,8	9,3	
	48,6	27,4	35,0	29,7	34,1	50,9	75,1	
Чебоксары	20,9	32,8	29,5	30,0	34,5	22,6	12,4	
	50,4	24,7	30,8	26,3	29,8	50,2	71,5	
Казань, ЦГМС	19,5	35,4	36,1	35,8	31,4	25,8	12,5	
	49,5	25,9	25,2	23,1	28,7	47,9	68,6	
Саранск	20,4	36,8	30,6	33,3	34,8	22,3	13,5	
	49,5	23,6	28,8	25,7	27,5	44,7	66,6	
Ульяновск	26,7	33,7	32,3	36,6	35,3	27,0	15,2	
	42,5	20,0	24,2	20,2	22,1	36,3	57,2	
Бугульма	18,7	31,9	27,4	33,1	32,2	24,1	16,7	
	50,4	24,8	27,3	25,0	30,3	45,7	61,4	
Уфа	12,9	34,0	30,1	34,4	28,3	20,6	8,7	
	63,6	32,2	32,8	30,1	37,7	52,9	76,0	
Учалы	17,2	35,0	28,9	27,2	25,5	21,5	16,3	
	56,9	30,7	30,2	37,3	41,5	47,4	57,2	
Пенза, ГМО	25,9	37,5	32,7	35,2	33,9	24,3	15,4	
	41,9	20,9	27,9	23,1	22,0	37,5	60,9	
Самара, ОГМС	24,9	31,9	31,9	33,9	32,6	23,9	15,4	
	45,0	19,0	19,8	18,4	19,9	35,5	56,1	
Балашов	25,4	35,4	33,4	37,1	36,6	25,6	17,4	
	44,2	19,7	24,6	20,3	15,0	32,9	51,0	
Саратов	30,0	37,8	38,0	40,6	35,2	28,0	25,8	
	37,7	17,6	15,2	12,1	12,0	26,2	40,9	
Перелюб	30,4	34,4	28,6	39,7	33,9	27,8	18,9	
	40,0	13,0	15,3	11,7	11,8	25,6	47,4	
Оренбург, ЗГМО	21,8	32,4	36,1	34,1	34,5	26,7	16,0	
	53,5	20,4	16,5	15,7	14,6	28,8	58,7	
Зерн. с/х Озерный	22,1	35,2	33,4	36,6	25,8	27,1	19,0	
	53,5	22,7	15,0	14,3	13,4	20,1	41,1	

Табл. 3. Повторяемость (%) индекса горимости по классам опасности за 1966 – 2010 гг. (высокая в числителе (4000 – 10000)/отсутствует или малая в знаменателе (<1000)).

циркуляции, состояния подстилающей поверхности и др.

Значения многолетней средней годовой приземной температуры (СГПТ) изменяются от 7,0°C (юго-запад) до 0°C (северо-восток). В центре округа СГПТ имеют порядок 3,0-4,0°C, с запада на восток происходит понижение температуры от 4,5 до 1,5°C. В возвышенных районах Башкортостана и на северо-востоке Пермского края формируются наиболее суровые условия. В январе многолетняя температура повышается от -18,0°C (северо-восток) до -9,0°C (юго-запад). Самые низкие температуры формируются в восточной половине региона. В июле изотермы ввиду доминирующего влияния радиационного фактора принимают зональный характер и многолетние температуры возрастают от 16,5°C (северо-восток) до 24°C (крайний юг). И если запад округа характеризуется достаточно мягким континентальным климатом, то восток – весьма суровым.

Межгодовые колебания температуры, характеризующиеся поведением среднего квадратического отклонения (СКО), наиболее выражены в январе (СКО порядка 4,0-5,0°C), летний период более стабилен (СКО порядка 2°C). Осредненные по территории округа значения СКО убывают от 4,4°C (январь) до 1,7°C (сентябрь).

Атмосферные осадки имеют более сложный характер изменений по территории и сезонам года, чем температура. Годовые суммы осадков возрастают с юга и юго-востока на север от 300 мм до 800 мм. Наибольшее количество осадков выпадает в предгорных районах Пермского края и Башкортостана. В холодный период распределение количества осадков наиболее неоднородное, на крайнем юго-востоке их выпадает меньше всего – 80 мм, а на севере территории и наветренных склонах Уральских гор до 280 мм. В теплый период на большей части территории ПФО распределение осадков имеет примерно зональный характер и уменьшается от 440 мм на севере до 200 мм на юго-востоке. Исключением являются крайние восточные районы округа, где под влиянием Уральских гор изогипсы располагаются меридионально вдоль склонов. На востоке Пермского края наблюдается максимум осадков теплого периода более 560 мм. В то же время в течение всего года отмечаются орографически обусловленные локальные максимумы, например, в районе Бугульмы – 380 мм, где сказывается влияние Бугульминско-Белебеевской возвышенности.

Линейная модель тренда обоснованно может быть применена лишь к рядам средней годовой температуры всего ПФО, где величина коэффициента наклона линейного тренда составляет 0,33°C/10 лет при коэффициенте детерминации 23,6%. Ряды средних температур теплого и холодного периода и, тем более, летнего и зимнего испытывают весьма значительные колебания в низкочастотной области. Еще большая низкочастотная изменчивость наблюдается в рядах средних месячных температур и в рядах сумм атмосферных осадков, поэтому далее рассматриваются результаты анализа изменений, как температуры, так и количества осадков определенные по сглаженной цифровой фильтрацией кривой.

Осредненная по территории округа СГПТ за весь исследуемый период выросла на 1,78°C, а с 1972 по 2009 гг. (период наиболее существенных изменений климата) – на 1,54°C. Причем наибольший рост наблюдался в северной

части округа (1,87°C), а наименьший в юго-восточной (1,52°C). Динамика аномалий выделенной низкочастотной компоненты среднезимней и среднелетней температуры воздуха в ПФО показывает, что зимой с 1972 по 2009 гг. температура увеличилась на 2,65°C, а летом лишь на 0,91°C.

Известно, что современное потепление климата наиболее выражено в зимне-весенний период, однако в последние годы в связи с более частым формированием на востоке Европейской части России в летний период блокирующих антициклонов стали повышаться и летние температуры. Отметим также, что с начала XXI века рост зимних температур прекратился (Рис. 1).

Годовое количество осадков осредненных по территории ПФО имеет слабую тенденцию к росту обусловленную резким увеличением количества осадков с начала 70-х и до конца 80-х гг. XX столетия (рост по сглаженной кривой составил более 44 мм). Прирост осадков в это время происходил преимущественно за счет роста сумм летних осадков, который в начале 90-х сменился их уменьшением. С начала нового века летние суммы осадков в регионе практически не меняются. Зимой более слабое повышение количества осадков на величину около 20 мм продолжалось до начала XXI века, а далее наметилась тенденция к уменьшению сумм зимних осадков. Заметим, что минимум осадков за исследуемый период, как в холодный, так и в теплый период наблюдался в начале 1970-х годов (Рис. 2).

Анализ рассчитанных значений индексов засушливости Педя и Селянинова для рассматриваемого периода свидетельствует также о наметившейся тенденции к развитию засушливых явлений и снижении увлажненности, что необходимо учитывать в сельском хозяйстве. В среднем по округу индекс Педя для периода наиболее активной вегетации (май – сентябрь) незначительно уменьшался с 70-х до второй половины 80-х годов прошлого столетия. В дальнейшем и до настоящего времени индекс Педя растет. При этом наиболее активное усиление засушливости имеет место на юго-востоке ПФО и так наименее увлажненной части округа.

Засушливые условия, как правило, связаны с возникновением блокирующих ситуаций в нижней тропосфере и у земли. Такие ситуации обычно охватывают большую территорию и продолжительны по времени, поэтому возникновение засухи регистрируется примерно на 25% станций. Избыточное увлажнение в теплый период года связано с циклонической деятельностью, динамические характеристики которой неустойчивы и редко охватывают большие районы и длительный период времени (Оганесян, 2011).

Расчет коэффициентов корреляции ( $r$ ) между значениями индекса Северо-Атлантического колебания и среднемесячными температурами 40 станций ПФО в период 1966-2009 гг. показал, что Северная Атлантика наиболее активно действует на изменения температуры региона в зимний период, когда значения  $r$  достигают в отдельных случаях 0,5-0,6. Весной (апрель, май) связи имеют отрицательный характер. Таким образом, изменчивость температурного поля ПФО в период декабрь – февраль в значительной степени формируется под влиянием атмосферной и океанической циркуляции САК, что подтверждает факт влияния этого явления на европейский климат, отмеченное, в частности и в работе (Блантер и др., 2011).



Положительные аномалии индекса САК отражают увеличение градиента давления над Северной Атлантикой и усиление западного переноса. При этом существенно активизируется циклогенез севернее 60° с.ш., вследствие чего повторяемость циклонов на севере Евразии увеличивается почти на треть. Кроме того, по результатам Кларка (Clark, Serreze, Robinson, 1999) с соавторами в годы, когда значение индекса превышает стандартное отклонение, пути циклонов часто упорядочены – они проходят в основном по северо-западу Европы и вдоль побережья Арктики, препятствуя арктическому воздуху проникать в низкие широты. Такова схема формирования необычно теплых зим в Северной Евразии в 1989-1995 гг., в годы с экстремально большими значениями индекса САК. Очевидно, с перестройкой барического поля происходят существенные качественные изменения, усиливающие влияние Атлантики на востоке (Попова, Шмакин, 2003).

В таблице 1 представлено распределение средних значений ГТК по месяцам и по территории ПФО. Естественно, что с севера на юг значения индекса убывают, что свидетельствует о возрастании засушливости в соответствии с законом зонального распределения солнечной радиации и природных зон. От избыточно влажной и достаточно влажной ( $1,0 < \text{ГТК} \leq 2,0$ ) на севере наблюдается переход к засушливой ( $0,5 \leq \text{ГТК} < 0,7$ ) на юге округа. Центр округа относится к слабо засушливой зоне.

В таблице 2 представлены данные о повторяемости атмосферных засух ( $\text{ГТК} < 0,5$ ) и избыточно влажных периодов ( $\text{ГТК} > 1,0$ ). Видно, что повторяемость атмосферных засух растет с севера на юг, а повторяемость ситуаций с избыточным увлажнением, наоборот, падает. На юге в июне – сентябре явное преобладание засушливых переносов над избыточно влажными; на севере региона картина обратная – преобладают избыточно влажные периоды над засушливыми.

Анализ пространственно-временного распределения повторяемости (%) индекса горимости по классам опасности за период 1966-2010 гг. выявил зависимость потенциальной горимости леса от времени года и географического положения (Табл. 3). Так, повторяемость индекса горимости I класса (горимость отсутствует или слабая) с апреля резко понижается и достигает своего минимума в июле. Естественно, что горимость особо опасная и чрезвычайная более вероятна в летний период на юге и юго-востоке рассматриваемого региона, чем на севере. Следует отметить, что индексы засушливости Селянинова и горимости связаны между собой достаточно высокой корреляционной зависимостью, что вполне естественно.

Выделяется зональность в распределении индекса пожароопасности Нестерова, летом вероятность высокой пожароопасности больше, чем малой.

Критическая ситуация на территории округа сложилась летом 2010 г. в условиях жестокой засухи, когда в ряде мест округа индекс пожароопасности Нестерова достигал значения ~ 40 000. Этот год отмечен многочисленными пожарами лесных массивов, торфяников и даже населенных пунктов.

## Выводы

Таким образом, анализ наиболее полных и современных метеорологических данных по территории Приволж-

ского федерального округа позволил выявить следующие закономерности региональных изменений климата:

1) Классификация режима температуры и количества осадков на территории ПФО по характеру изменения низкочастотной компоненты позволила выделить 3 однородных района по изменению температуры и 7 по изменению осадков;

2) Прирост средней годовой температуры по округу в зимний период составил 2,65°C, а летом лишь 0,91°C. Динамика изменений количества осадков имеет более сложный пространственно-временной характер. В целом в последние десятилетия в теплый период отмечается тенденция к засушливости, что необходимо учитывать в сельском и лесном хозяйствах;

3) Установлена зависимость температурного режима региона в зимний период от барико-циркуляционных процессов Северной Атлантики, способствующих потеплению. В то же время наметилась тенденция более частого формирования блокирующих ситуаций (стационарных антициклонов) в летний период, благоприятствующих образованию засух.

## Литература

Бирман Б.А., Бережная Т.В. Основные погодно-климатические особенности Северного полушария Земли за 2011 год. *Аналитический обзор*. М., Гидрометцентр РФ. 2012. 56.

Блантер Е.М., Ле Муэль Ж.-Л., Шнирман М.Г., Куртийо В. Сезонность европейского потепления: влияние тропиков. *ДАН*. 2011. Т. 440. №2. 238-241.

Клименко В.В. Почему замедляется глобальное потепление? *ДАН*. 2011. Т.440.№4. 536-539.

Малецкий-Малевиц С.П., Молькентин Е.К., Надеждина Е.Д. и др. Анализ изменения пожароопасной обстановки в лесах России в XX и XXI веках на основе моделирования климатических условий. *Метеорология и гидрология*. 2007. №3. 14-24.

Мохов И.И., Чернокульский А.В., Школьник И.М. Региональные модельные оценки пожароопасности при глобальных изменениях климата. *ДАН*. 2006. Т. 411. №6. 808- 811.

Оганесян В.В. Климатические изменения периодов засух и избыточного увлажнения на территории России. В кн.: *Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем*. Том XXIV. М.: ИГКЭ. 2011. 307-316.

Оценка макроэкономических последствий изменений климата на территории Российской Федерации на период до 2030 года и дальнейшую перспективу. Под ред. В.М. Катцова, Б.Н. Порфирьева. Москва, ДАРТ: Главная геофизическая обсерватория. 2011. 252.

Переведенцев Ю.П., Шанталинский К.М. Мониторинг глобальных и региональных изменений климата в тропосфере и стратосфере Северного полушария. *Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем*. Т. XXIV. М. 2011. 116- 130.

Переведенцев Ю.П., Верещагин М.А., Шанталинский К.М. и др. Изменения климатических условий и ресурсов Среднего Поволжья. Казань: Центр инновационных технологий. 2011. 295.

Попова В.В., Шмакин А.Б. Влияние североатлантического колебания на многолетний гидротермический режим Северной Евразии. *Метеорология и гидрология*. 2003. №5. 62-74.

Шашко Д.И. Агроклиматическое районирование СССР. М., «Колос». 1967. 247.

Шерстюков Б.Г., Шерстюков А.Б. Климатические условия потенциальной горимости леса в России в XX и XXI веках. *Труды ВНИИГМИ-МЦД*. 2007. Вып. 173. 137-152.

Clark M.P., Serreze M.C. and Robinson D.A. 1999. Atmospheric controls on Eurasian snow extent. *Int. J. Climatology*. Vol. 19. pp. 27-40.

Yu. P. Perevedentsev, N.A. Vazhnova, E.P. Naumov, K.M. Shantalinsky, R.B. Sharipova. **Modern trends changes of the climate in Volga federal district.**

The changes in key climate indicators in the Volga Federal District in the period 1955-2009 years. The tendency to increase during the summer drought of recent decades.

*Keywords:* climate, climate change, air temperature, precipitation.

*Юрий Петрович Переведенцев*

Д.геогр.н., профессор, заведующий кафедрой метеорологии, климатологии и экологии атмосферы

*Надежда Александровна Важнова*

Аспирант кафедры метеорологии, климатологии и экологии атмосферы

*Эдуард Петрович Наумов*

К.геогр.н., сотрудник кафедры метеорологии, климатологии и экологии атмосферы

*Константин Михайлович Шанталинский*

К.геогр.н., сотрудник кафедры метеорологии, климатологии и экологии атмосферы

Казанский (Приволжский) федеральный университет.  
420008, Казань, ул. Кремлевская, 18. Тел.: (843)238-80-48.

*Разида Бариевна Шарипова*

Научный сотрудник, ГНУ Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства Россельхозакадемии.

433315, Ульяновская область, Ульяновский район, пос. Тимирязевский, ул. Институтская, 19. Тел.: (8422)41-81-55.