

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА В РЕГИОНАЛЬНОМ АСПЕКТЕ НА ПРИМЕРЕ ОЦЕНКИ ИЗМЕНЧИВОСТИ НЕКОТОРЫХ ХАРАКТЕРИСТИК УВЛАЖНЕНИЯ (ОПРЕДЕЛЁННЫХ ПО НЕСКОЛЬКИМ КРИТЕРИЯМ), НА ОСНОВЕ СОЗДАНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ МАССИВОВ ИХ ДАННЫХ, ДЛЯ ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Л.Г. Немировская<sup>1</sup>, канд. геогр. наук

<sup>1</sup>Сибирский региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт, Новосибирск, Россия.

INVESTIGATION OF REGIONAL CLIMATE CHANGE AS EXEMPLIFIED BY VARIABILITY OF CERTAIN CHARACTERISTICS OF MOISTURE (DETERMINED BASED ON SEVERAL CRITERIA), ON THE BASIS OF CREATING SPECIALIZED DATA MASSIFS FOR THE SOUTH-EAST OF WESTERN SIBERIA

L.G. Nemirovskaya<sup>1</sup>, Cand. Sc.

<sup>1</sup>Siberian Regional Research Hydrometeorological Institute, Novosibirsk, Russia.

*Рассматриваются направления и результаты исследования изменений климата на примере оценки характеристик увлажнения для юго-востока Западной Сибири. Параметр – непрерывные периоды режима осадков, определённые по нескольким критериям. Созданные (по одному из них) банки данных периодов и расчёты – размещены на сайте СибНИГМИ, по другим – работа продолжается.*

*The directions and results of the study of climate change are considered on the example of assessing the characteristics of moisture for the south-east of Western Siberia. Parameter is presented by continuous periods of precipitation, determined based on several criteria. Data banks of periods, created in accordance with one of the criteria, and calculations are posted on the SibNIGMI website, creation of banks for other criteria is in progress.*

Ввиду неоднородности проявлений изменений климата (указанно в ряде исследований) в междуполушарном, широтно-долготном и региональном масштабах, а также разнообразия на территории России природных, климатических, экономических и др. условий, целесообразно изучение указанных проявлений для конкретных регионов.

В СибНИГМИ с 2007 г. выполняются исследования по оценке изменчивости регионального климата (ранее для Урала [1], а с 2011 г. – для Западной Сибири [2]), на основе концептуальных положений: 1) условия увлажнения – важнейший показатель климата, 2) выбранный параметр – непрерывные периоды наличия и отсутствия осадков – существенно информативны для предпосылок к неблагоприятным гидрометусловиям. Исследования выполнены на основе применения нескольких критериев периодов – а) от близкого к стандартам «Климсправочника» (нижний предел осадков 0,1 мм), названного в работе «обобщенным» и показателей, рекомендованных МГЭИК, б) с 2017 г. – используется критерий периодов недостаточного увлажнения (названный «специальным»), дифференцированно учитывающий режим осадков.

Создание специализированных баз климатических данных для регионов – необходимая информационная основа для изучения региональных особенностей указанных изменений. Несмотря на то, что данные Государственного фонда ВНИИГМИ МЦД могут и используются для решения ряда научных и прикладных задач, принципы их создания связаны порой с недостаточной их доступностью. Региональные банки данных формируются, как правило, для конкретных регионов и задач, зачастую содержат нестандартные характеристики метеорежима, могут иметь значение, выходящее за рамки выполняющегося исследования.

В результате в указанных выше исследованиях СибНИГМИ созданы, в первую очередь банки данных периодов, определенных по «обобщённому» критерию, в 2-х вариантах – за весь имевшийся ряд наблюдений и по макету с расширенным составом сопутствующих метеоусловий, с 1977 г., отдельно для нескольких пороговых значений длительности. Созданы также специализированные массивы площадных характеристик – «Календари...» дат одновременного охвата изучаемым явлением определенного количества станций.

«Специализированные массивы данных», (по критериям «обобщённому» и МГЭИК) представленные в 2-х форматах «Excel» и «Word», размещены на сайте СибНИГМИ

(<http://sibnigmi.ru>) в разделе «Продукция», для 4-х областей ЗСУГМС. По ним проведены расчёты и получены уточнённые результаты оценки изменений – изучаемых характеристик увлажнения [1] – статистические параметры, среднемноголетние пространственно-временные характеристики с различным режимом осадков и масштабом осреднения. Выявлены территориальные и сезонные особенности, тенденции межгодовых изменений характеристик периодов по нескольким индикаторным параметрам, в том числе и за последние 30-летие, по станциям и осредненно по областям и региону. Так, например, имеются положительные тенденции межгодовых изменений для периодов, охватывающих одновременно значительное число станций. Получены также результаты по индексам, рекомендованным МГЭИК (индекс «сухих» периодов CDD и значительных осадков R10 [2]). Результаты и интерпретация также размещены на сайт СибНИГМИ в разделе «Исследования».

С 2017 г. для изучения периодов недостаточного увлажнения применён вариант критерия, близкого к применявшемуся в [3] для единичного числа станций. В настоящей работе за критерий принималась определенная длительность «сухого» периода, прерываемого только осадками, количество которых эффективно для вегетации растений – осадки количеством меньше определённых пороговых значений не прерывают «сухой» период, в чем и состоит дифференцированный учет условий увлажнения, и опосредованный – промачиваемости почвы. Рассмотренный выше критерий назван в данной работе «специальный» – в отличие от применяемого несколько ранее «обобщенного» критерия.

На основе разработанных алгоритмов, программ макетов банка данных (с учетом максимально адекватного представления о формирующих изучаемые условия увлажнения метеорологических процессах) сформирован «Специализированный банк данных («Каталог...»)» периодов недостаточного увлажнения, подготовленный на основе рассмотренного выше «специального» критерия для 61 станции региона за имеющийся ряд наблюдений. Из указанного банка данных отдельно сформирован «Специализированный массив данных о периодах недостаточного увлажнения с определёнными экстремальными температурно-влажностными условиями». Таблица 1 даёт представление о структуре и макетах указанных видов «Каталогов...», в ней также имеется графа «Скорость ветра» (средняя и максимальная), не вошедшая в данный формат текста ввиду размера таблицы.

Таблица 1 – «Специализированный массив данных («Каталог...»)» периодов недостаточного увлажнения (определённых по «специальному» критерию) с максимальной температурой воздуха  $\geq 30$  град., и относительной влажностью  $\leq 50\%$  за период наблюдений по 2016 год для станций Томской области и Кемеровской области. (Фрагмент).

Название Станции	Дата			Длит. Периода (дни)	Температура воздуха			Относительная Влажность		Атмосферное Давление на Уровне моря
	ГОД	НАЧАЛО	КОНЕЦ		Сред.	Средняя Максим.	Максим	Миним.	Сред.	
								9	10	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Томск	1969	23,06	8,07	16	22,9	30,3	34,4	35,4	79,7	1022,3
Кемерово Агро	1999	1,07	18,07	18	22,5	30,5	34,8	37,2	62,1	1007,5

Завершается работа по редактированию и подготовке табличного материала «Каталогов...» с учетом планирующегося размещения на сайте СибНИГМИ.

На основе полученных «Специализированных массивов данных о периодах недостаточного увлажнения...» проведено статистическое обобщение данных об изучаемых периодах – определены по станциям ряд среднемноголетних параметров изучаемых периодов – таких как среднегодовое их число, средняя и максимальная за весь ряд наблюдений продолжительность и др. – имеющие вероятностно-климатологический аспект.

Расчитанные параметры показателей пространственно-временной изменчивости характеристик периодов для всех частей региона – показатели их повторяемости (вероятности) в разных временных аспектах (среднесезонно и по «многолетним» месяцам) для всех используемых станций и осредненно для всех административных частей региона и разных градаций длительности периодов иллюстрируют, с одной стороны «спектр» градаций их

продолжительности и преобладающие её значения, с другой – позволяют проанализировать распределение (изменчивость) указанных характеристик по территории и по месяцам (то есть по сезонам), что имеет прикладное значение (таблица 2). Планируется картографическая интерпретация результатов, полученных для станций.

Таблица 2. Повторяемость (%) по месяцам периодов недостаточного увлажнения различной продолжительности, (определённых по "специальному" критерию), для станций Кемеровской области. (Фрагмент).

СТАНЦИЯ	ГРАДАЦИИ ДЛИТЕЛЬНОС ТИ ПЕРИОДОВ	МЕСЯЦ							СУММА
		АПРЕЛЬ	МАЙ	ИЮНЬ	ИЮЛЬ	АВГУСТ	СЕНТЯБРЬ	ОКТАБРЬ	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ТАЙГА	<10	5	7	3	5	3	5	5	33
	10-19	8	9	9	6	8	11	5	55
	20-29	3	3	1	2	0	1	0	11
	>=30	0	0	0	0	0	0	0	1
									100

Температурно-влажностные условия, наиболее характерные для изучаемых периодов недостаточного увлажнения, (что важно в прикладном аспекте), иллюстрируют результаты расчётов повторяемости (вероятности) градаций максимальной температуры и минимальной относительной влажности во время указанных периодов, подготовленные а) в соответствии с разными градациями длительности изучаемых периодов, б) суммарно, независимо от градаций длительности. Оба подхода реализованы как по станциям, так и в среднем по территориям, среднесезонно и по месяцам (таблица 3). Рассмотренные по месяцам, они выявляют сезонные особенности температурно-влажностных условий в эти периоды (рис.1).

Таблица 3. Повторяемость (%) градаций максимальной температуры воздуха в периодах недостаточного увлажнения (определённых по «специальному» критерию) в соответствии с градациями длительности периодов осреднённо по территориям. (Фрагмент).

НАЗВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ	ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ПЕРИОДА	ГРАДАЦИИ МАХ ТЕМПЕРАТУРЫ				СУММА
		<20	20-24,9	25-29,9	≥30	
1	2	3	4	5	6	7
КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ	10-19	62,3	17,1	16,2	4,4	100
	20-29	70,7	13,7	12	3,5	100
	≥ 30	78,3	11,1	8,5	2	100

Для рассмотрения и анализа межгодовых изменений характеристик изучаемых периодов отработана методика, основанная на подготовке наборов данных о ежегодных суммарных значениях указанных характеристик для нескольких индикаторных параметров – на данном этапе работы – для суммарной ежегодной длительности периодов. Предварительная графическая интерпретация – как по станциям так и осреднённо по региону и его частям, за используемый период и за последнее 30-летие показывает территориальные особенности межгодовых тенденций характеристик изучаемых периодов. Так, например, на фоне нулевого тренда осреднённых значений по региону, отмечен в последнее 30-летие положительный тренд, который также отмечается для осреднённых данных Алтайского края и Новосибирской области, для Томской и Кемеровской областей на данном этапе – нулевой и даже отрицательный тренд. Анализ (также предварительный) по станциям (который продолжается) выявляет локальные особенности межгодовых изменений. Указанные сведения имеют значение для выявления вероятностно-климатологических тенденций изменчивости, которые важно также и в прикладном аспекте, работа в этом направлении продолжается (рис.2).

В полученном «Специализированном массиве данных...» помещены сведения о среднепериодном (за каждый период) атмосферном давлении на уровне моря, как об индикаторном параметре, характеризующем атмосферный процесс, формирующий изучаемое явление. При обработке данного параметра получены первичные статистические характеристики преобладающие градации атмосферного давления среднемноголетние значения по станциям в изучаемые периоды – с тем, чтобы продолжить далее рассмотрение связи с указанным параметром.

Предпринято изучение площадных характеристик рассматриваемых периодов, то есть учёт одновременного охвата ими числа станций, для чего автором предложена методика, основанная на группировке по определённому макету, ежедневных данных о режиме осадков.

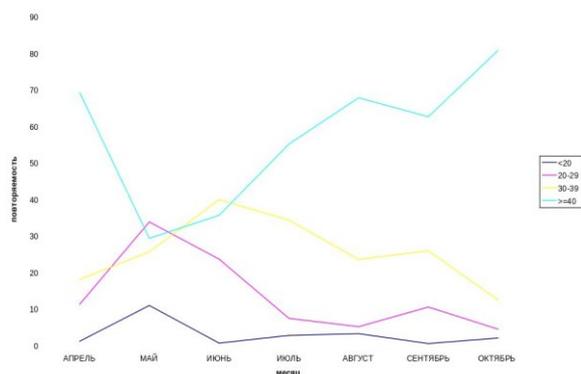


Рис. 1. Изменение по месяцам повторяемости (%) градаций минимальной относительной влажности (%) в периодах недостаточного увлажнения, определенных по «специальному» критерию, по станциям Новосибирской области, ст. Огурцово

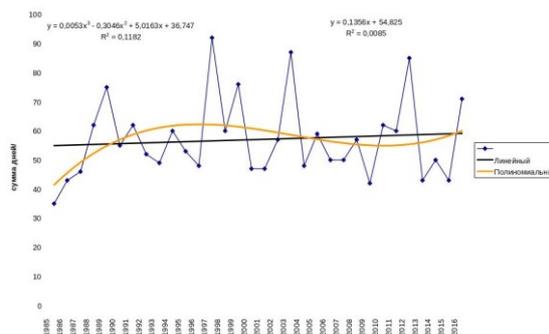


Рис. 2. Межгодовая изменчивость суммарного числа дней в периодах недостаточного увлажнения, определенных по «специальному» критерию осреднённого по территории ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО УГМС (1985 – 2016 гг)

Сформирован, также по авторским макету, и алгоритму, предварительный вариант «Каталога...» – Календаря изучаемых периодов в соответствии с одновременным охватом ими определённого числа метеостанций. (Таблица 4).

Таблица 4. Специализированные массивы данных («Каталоги...») периодов недостаточного увлажнения (определённых по «специальному» критерию) в соответствии с одновременным охватом или определённого числа метеостанций (%). Западно-Сибирское Управление. (Фрагмент).

НАЗВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ	ГОД	ПРОЦЕНТ ОХВАТА ЧИСЛА СТАНЦИЙ								
		≥50%		≥60%		≥75%		≥85%		
		дата	длит.	дата	длит.	дата	длит.	дата	длит.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
ЗАПАДНО-СИБИРСКОЕ	2016	10-23 08	14	10-22 08	13					
УПРАВЛЕНИЕ		15-30 09	16	15-21 09	7					
ГИДРОМЕТСЛУЖБЫ		01-06 10	6	24-30 09	7					

Полученный «Каталог...» (таблица 4) имеет существенное значение (весьма оптимален) при изучении условий, формирующих рассматриваемые периоды, и может быть использован (используется в опытный порядке) планируется для размещения на сайте СибНИГМИ, при совместном рассмотрении характеристик изучаемых периодов и формирующих их атмосферных

процессов. Разработана также методика анализа межгодовых изменений площадных характеристик, имеется предварительный результат о положительной тенденции изменения характеристик периодов, охватывающих одновременно  $\geq 50$  % числа метеостанций ЗапСибУГМС.

Работа по всем рассмотренным в статье направлениям продолжается.

### **Литература**

1. Немировская Л.Г. Некоторые аспекты изучения особенностей, изменчивости и экстремальности климата в региональном аспекте (на примере исследования определённых характеристик увлажнения для региона Урала) // Украинский Гидрометеорологический журнал. Одесский государственный экологический университет 2013 - № 12. С. 62-76.
2. Немировская Л.Г. Специализированные массивы данных определённых характеристик увлажнения по юго-востоку Западной Сибири, как информационная база для изучения региональных климатических изменений. Тезисы докладов на второй научно-практической конференции «Современные информационные технологии в гидрометеорологии и смежных с ней областях». г. Обнинск, 21-23 ноября 2017 г., с. 69-71.
3. Опасные явления погоды на территории Сибири и Урала. Часть IV – Л: Гидрометеоздат, 1987. – 222 с.