

К.В. Кондратович, Л.А. Куликова, М.В.Гринько
(Российский Государственный Гидрометеорологический Университет)

Очевидно, что в XX столетии, особенно в его последних декадах, произошли существенные изменения глобального климата. Проблема современных изменений климата в конце XX – начале XXI века включена в число наиболее важных вопросов ООН и ВМО, определяющих поиск путей к устойчивому развитию современной цивилизации. Демографический рост и необходимое обеспечение продовольствием, водными ресурсами и энергией растущего населения планеты сопровождалось повышением в последней четверти XX века глобальной температуры воздуха и изменением распределения осадков. В ряде регионов эти изменения привели к неблагоприятным последствиям, в первую очередь, в характеристиках режима увлажнения.

Созданные за рубежом и полученные нами многолетние архивы месячных сумм атмосферных осадков на 20593 станциях позволят провести анализ климатически значимых изменений режима увлажнения в масштабе континентов, крупных регионов.

Продолжительность наблюдений на станциях различна. В качестве обобщенной характеристики осадков в данном месяце использовано среднее значение на станции. Территория Азии разделена параллелью 40° с.ш. на Север и Юг, что позволяет рассматривать особенности режима увлажнения в зоне внетропических широт, где преобладает западно-восточный перенос, и в области муссонного климата. Относительная изоляция атмосферных макропроцессов в указанных регионах обеспечивается горными системами азиатского континента.

Каждый ряд месячных значений осадков ранжирован с выделением 5 равновероятных градаций (B, b, N, A, a). Климатическую особенность каждого периода (в большинстве случаев это 20-летние периоды) представляет соотношение повторяемости градаций Bв:Aa (число месяцев с пониженным или повышенным количеством осадков). Если повторяемость градаций Bв и Aa существенно не различаются, можно сделать вывод, что аномального режима увлажнения в данном 20-летии не наблюдалось.

Изменения режима увлажнения на континентах представлены на рисунке 1.

Интерес вызывает сопряженность многолетних изменений режима увлажнения на континентах.

Осадки в Европе согласованы с осадками Африки, Северной Азии и Северной Америки, но меняются в оппозиции с осадками Южной Америки и Южной Азии. Таким образом, есть две группы континентов, в каждой из которых многолетние изменения

режима увлажнения происходят согласованно, но по отношению к другой группе оппозиционно. В первую группу вместе с Европой входят Северная Азия, Африка, Северная Америка. Вторую группу составляют Южная Азия и Южная Америка. Конечно, в пределах каждого континента и крупного региона регулярно присутствуют очаги аномального увлажнения и дефицита осадков.

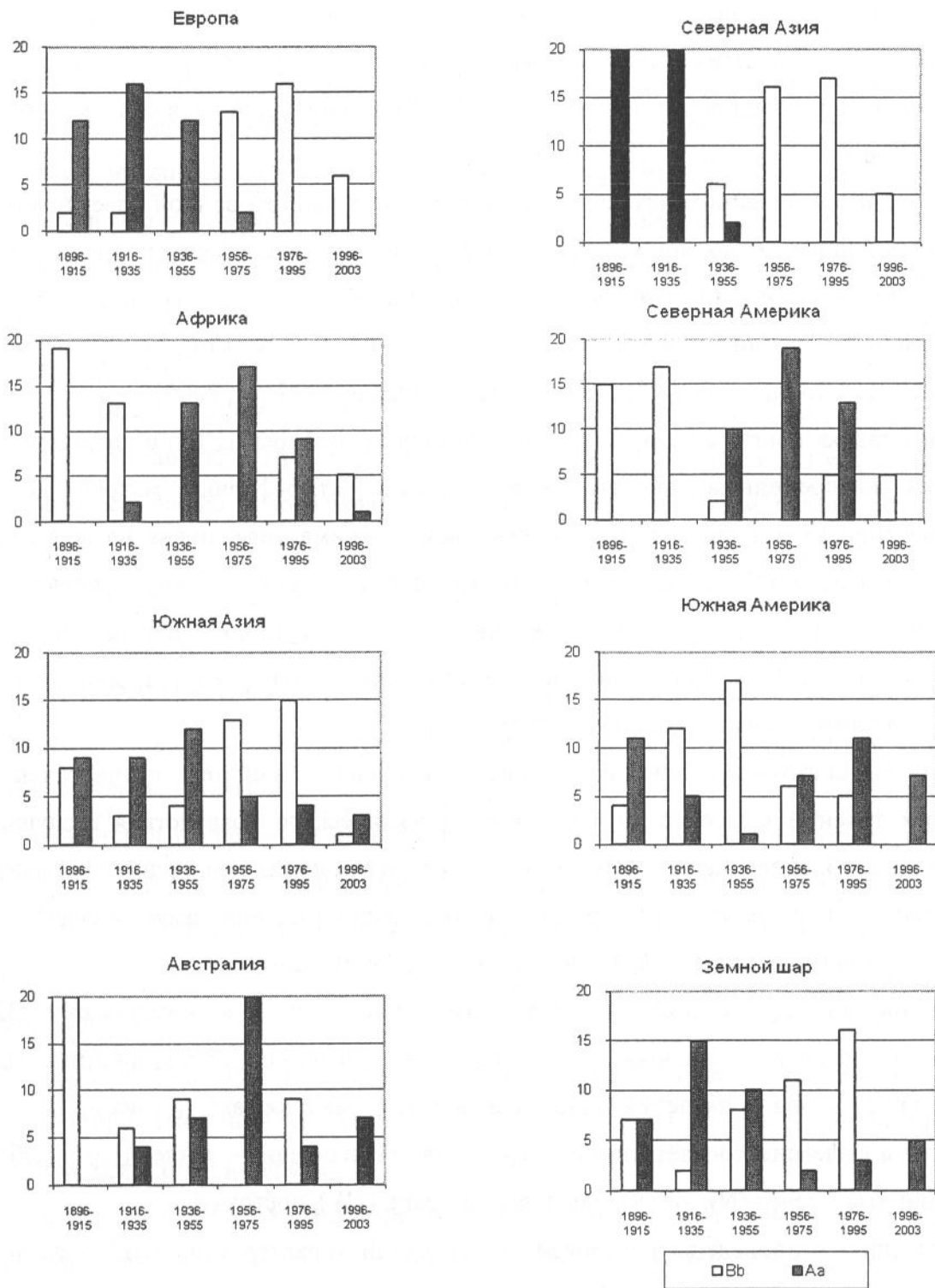


Рис. 1. Повторяемость градаций с низкими (Bb) и высокими (Aa) значениями годовых сумм осадков Земного шара в XX веке

Особого внимания заслуживают многолетние изменения режима увлажнения в Южной Америке и Австралии. В Южной Америке, где расположен водосбор самой многоводной реки мира Амазонки, находится очаг самых интенсивных континентальных осадков. Склоны Кордильер расположены на западе континента, благодаря чему пассатный перенос с Атлантики освобождается от водяного пара в процессе вышеуказанного подъема воздушных масс. Температура водной поверхности в тропической зоне Атлантики является высокой и в течение XX века она несколько возросла: на 0,50 в северной тропической зоне (0-30⁰ с.ш.) и на 0,70 в южной тропической зоне (0-30⁰ ю.ш.).

В ходе исследований многолетних изменений температуры водной поверхности во всех океанах, проведенных на кафедре ДАКЗ (динамики атмосферы и космического земледения), установлено, что рост температуры воды (t_w) в тропической зоне сопровождается усилением испарения и, следовательно, ростом влагосодержания воздушных масс [Кондратович К.В., Куликова Л.А., Федосеева Н.В., 2005].

Представляют интерес связи центров действия атмосферы (ЦДА) и характеристик увлажнения во временном масштабе преобразований атмосферных макропроцессов. Особое значение имеют связи ЦДА с изменениями режима увлажнения во временном масштабе нескольких десятилетий. Возможность рационального объяснения существенных изменений режима увлажнения во всех крупных регионах являются критерием достоверности принципиальных положений и сценариев антропогенного и природного развития климатической системы.

Тепловое состояние водных масс в пассатном дрейфе и в системе крупных теплых и холодных течений существенно зависит от динамического воздействия воздушных переносов. Ослабление пассатов сопровождается увеличением времени пребывания водных масс в зоне радиационного прогрева. Определенное значение имеет и ослабление апвеллинга у западных побережий Африки, Америки, Австралии.

На кафедре ДАКЗ получены каталоги интенсивности и локализации ЦДА Северного и Южного полушарий с 1873 по 2004г. Основные характеристики ЦДА (экстремальное значение давления, широта и долгота) ранжированы по всему периоду наблюдений и выделены соответствующие градации: для давления – усилен (ус), ослаблен (ос); для широты – север (N), юг (S); для долготы – запад (W), восток (E).

В таблице 1 приведены повторяемости градаций характеристик ЦДА Северного полушария по 20-летним периодам XX века.

В 1876-1895 гг. все ЦДА Северного полушария были ослаблены. В последующие периоды произошло общее усиление интенсивности ЦДА, что свидетельствует о

возрастании интенсивности общей циркуляции атмосферы Северного полушария. В 1976-1995 гг. наибольшую активацию имели Алеутская и Исландская депрессии.

Сопоставим данные о повторяемости градаций интенсивности, широтного и долготного смещения Азорского ЦДА по 20-летиям в XX веке с повторяемостью градаций режима увлажнения на континентах Европы, Африки, Северной Азии и Северной Америки.

Азорский антициклон был усилен и смещен к юго-западу в первые два периода. В эти годы (1896-1935 гг.) осадки были усилены в Европе и Северной Азии и ослаблены в Африке и Северной Америке. Однако в следующем периоде (1936-1955 гг.) при ослаблении интенсивности и смещении к северу Азорского ЦДА осадки были усилены в Европе, Африке и Северной Америке, но в Северной Азии период сильного увлажнения закончился. В последующем периоде (1956-1995 гг.) интенсивность ЦДА была близка к норме, но его локализация характеризует сдвиг к северо-востоку. Произошло значительное нарастание дефицита увлажнения в Европе и в Северной Азии. Явно возросли осадки в Африке и Северной Америке. В начале XXI века климатическая тенденция изменилась. При близких к норме характеристиках интенсивности ЦДА произошло смещение к юго-западу. На всех континентах наметился рост дефицита увлажнения.

При миграции Гавайского антициклона в первые два 20-летия по широте он сдвинулся на юг, по долготе на запад, а в последующие 20-летия он сдвинулся на север и на восток и одновременно изменился режим увлажнения в Северной Америке с дефицита на избыток осадков. В Северной Азии в этот же период изменился режим увлажнения противоположным образом.

Алеутская депрессия в первые два 20-летия уплывает по долготе на запад, а по широте на север и в этот период наблюдается снижение осадков в Северной Америке и возрастание в Северной Азии. При смещении Алеутской депрессии в последующие 20-летия на юг соответственно изменяется и режим увлажнения в Северной Америке и Северной Азии.

Исландская депрессия оказывает аналогичное влияние на Европу и Северную Америку: при смещении на запад усиливаются осадки в Северной Америке, при смещении на восток – в Европе.

Сходным образом характер режима увлажнения в Южном полушарии зависит от субтропических центров действия атмосферы Южного полушария: Южно-Тихоокеанского, Южно-Индийского, Южно-Атлантического.

Таблица 1 - Повторяемость градации характеристик ЦДА Северного полушария по 20-летним периодам XX века

Период	ЦДА																							
	Гавайский антициклон						Алеутская депрессия						Азорский антициклон						Исландская депрессия					
	P		φ		λ		P		φ		λ		P		φ		λ		P		φ		λ	
	ос	ус	S	N	W	E	ос	ус	S	N	W	E	ос	ус	S	N	W	E	ос	ус	S	N	W	E
1896-1915	60	102	136	55	59	96	97	65	80	99	92	79	74	124	156	67	123	76	99	90	105	109	80	119
1916-1935	72	116	129	88	93	104	87	99	73	151	103	84	76	116	107	58	94	76	79	106	104	75	100	96
1936-1955	83	100	46	56	98	76	69	130	34	42	94	87	94	88	58	80	88	83	93	105	82	53	93	93
1956-1975	91	102	64	145	96	109	91	90	136	74	102	86	99	96	77	144	78	121	95	101	103	97	105	85
1976-1995	107	85	63	144	95	109	74	118	142	81	96	100	84	107	81	131	85	121	88	107	105	115	101	94

В таблице 2 приведены повторяемости градаций характеристик ЦДА Южного полушария по 20-летним периодам XX века. Рассмотрим данные о повторяемости градаций интенсивности и локализации Южно-Тихоокеанского ЦДА по 20-летиям XX века и сопоставим их с повторяемостью градаций режима увлажнения на континентах Австралии и Южной Америки, приведенной на рисунке 1.

Из сопоставления данных вытекает следующее: Южно-Тихоокеанский ЦДА находился в стадии усиления в начале и в конце века (1900-1915, 1976-2004), одновременно происходило его смещение к югу (от экватора) и к востоку. В режиме увлажнения имела место тенденция роста осадков в Южной Америке и их ослабление в Австралии. В течение трех 20-летних периодов (1916-1975 годы) Южно-Тихоокеанский субтропический антициклон был ослаблен и смещен к западу, в двух периодах находился ближе к экватору. Осадки были ослаблены в Южной Америке и близки к норме в Австралии, но в 1956-1975 годах в Южной Америке осадки были близки к норме, а в Австралии произошло беспрецедентное усиление осадков.

Многолетние изменения Южно-Индийского и Южно-Атлантического субтропических антициклонов происходили сходным образом. Они были усилены и смещались к западу в первую половину XX века (1900-1955 годы). В двух периодах одновременно имело место приближение к экватору. Во второй половине века эти ЦДА были ослаблены, по широте они смещались на юг, а по долготе - к востоку. В 1900-1935 годы усиление ЦДА совпало с дефицитом увлажнения в Африке и Австралии, но в период 1936-1955гг в Африке осадки усилились.

В первую половину века Южно-Атлантический ЦДА в начале века (1900-1915 гг.), был ослаблен и отошел к западу и югу, в двух следующих периодах (1916-1955 гг.) был смещен к экватору и востоку. В начале века хорошо выражена оппозиция режимов увлажнения Африки и Южной Америки. В следующем периоде (1916-1935 гг.) на обоих континентах преобладают годы дефицита осадков. В период 1936-1955 гг. оппозиция режима увлажнения находится в противоположной фазе: рост осадков в Африке и дефицит в Южной Америке. Однако в следующем 20-летии (1956-1975 гг.) рост осадков в Африке не сопровождается существенным отклонением от нормы режима увлажнения в Южной Америке. Таким образом, состояние и локализация центров действия атмосферы может рассматриваться в качестве потенциальных предикторов долгосрочного и климатического прогноза режима увлажнения материков Северного и Южного полушарий.

Таблица 2 - Повторяемость градации характеристик ЦДА Южного полушария по 20-летним периодам XX века

Период	ЦДА																	
	Южно-Тихоокеанский				Южно-Индийский				Южно-Атлантический									
	P		φ		λ		P		φ		λ		P		φ		λ	
ос	ус	N	S	W	E	ос	ус	N	S	W	E	ос	ус	N	S	W	E	
1896-1915	27	122	113	32	33	128	38	117	50	117	38	83	63	100	100	100	106	52
1916-1935	147	39	62	130	104	87	55	137	81	126	137	55	147	46	52	86	114	
1936-1955	166	30	48	127	149	31	70	116	51	130	116	70	138	53	52	87	101	
1956-1975	100	81	92	90	124	49	101	79	101	72	79	101	76	114	102	84	110	
1976-1995	27	161	123	71	60	128	153	37	105	75	37	153	43	160	142	101	80	

Хорошо известна зависимость интенсивности и локализации ЦДА Северного и Южного полушарий от вариации скорости суточного вращения Земли. В последние годы в работах К.В.Кондратовича, М.Г.Вершовского [К.В.Кондратович, М.Г. Вершовский, 2006] установлены корреляционные связи ЦДА со скоростью вращения Земли (до 0.80) с заблаговременностью на несколько лет вперед, что дает возможность прогнозировать их положение и позволяет рекомендовать ЦДА в качестве предикторов при долгосрочном прогнозе осадков на континентах.

В целом полученные характеристики осадков и ЦДА по материалам XX века перспективны для совершенствования методов регионального прогноза увлажнения и исследования глобальных изменений климатической системы.

Литература

Кондратович К.В., Вершовский М.Г. Антициклонические центры действия атмосферы и вариации скорости суточного вращения Земли.// Вопросы промышленной океанологии. М., ВНИРО, 2006, вып.3, С.160-170.

Кондратович К.В., Куликова Л.А., Федосеева Н.В. Изменение термики поверхностных вод Атлантики в XX веке// Материалы XIII Международной конференции по промышленной океанологии. АтлантНИРО, Калининград, 2005, С. 135-141.