

Dia Thierno Yahya, Bamba Ibrahima

**КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ РЕЖИМА УВЛАЖНЕНИЯ
В НЕКОТОРЫХ СТРАНАХ ЗАПАДНОЙ АФРИКИ
(МАВРИТАНИЯ, КОТ Д'ИВУАР) В XX ВЕКЕ**

Dia Thierno Yahya, Bamba Ibrahima

**CLIMATIC CHANGES OF THE RAINFALL REGIME IN THE
20TH CENTURY FOR SOME COUNTRIES OF WEST AFRICA
(MAURITANIE, CÔTE D'IVOIRE)**

Для стран Западной Африки, особенно стран входящих в Межгосударственный комитет по борьбе с засухой в Сахели (СИЛСС), например, Мавритании и Кот д'Ивуар, режим осадков является одним из жизненно-важных факторов для сельскохозяйственной экономики (аграрная экономика). Данная работа посвящена поиску климатически значимых изменений режима увлажнения в этих двух странах Западной Африки. В ходе работы обнаружено, что в Западной Африке значимые изменения климата по осадкам приходились на второй и третий 20-летний периоды (с 1916 по 1935гг. и с 1936 по 1955гг.) XX в., когда осадки значительно увеличивались, а, и в предпоследний период (с 1976 по 1995гг.) – наоборот.

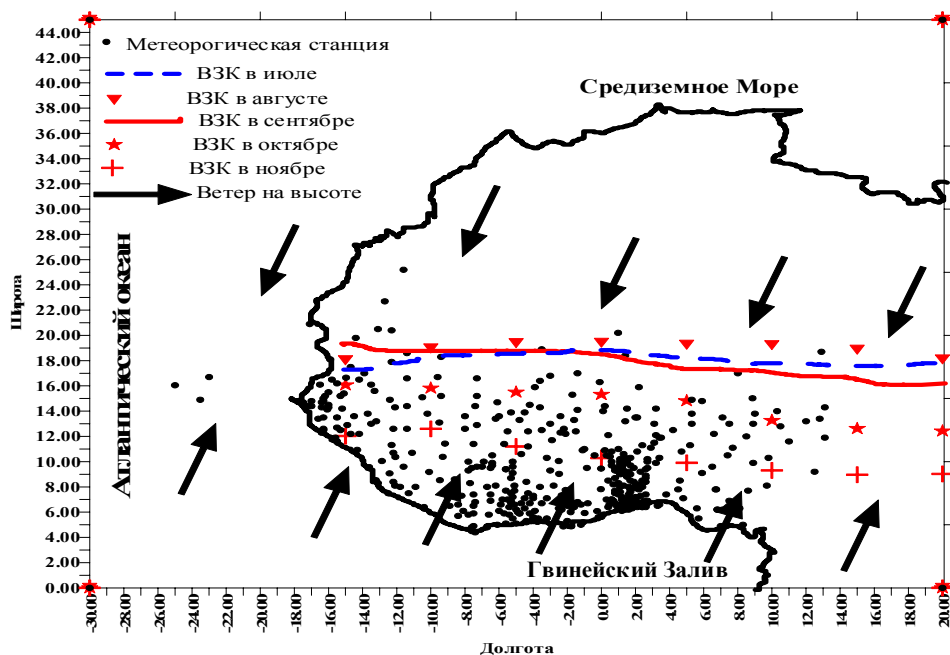
For the countries in the Western part of Africa, especially those countries in the "Permanent Interstate Committee for Drought Control in the Sahel" (CILSS), for example, Mauritania and Côte d'Ivoire, the rainfall regime is the main factor which plays a great role in the agricultural economy. Therefore the main task of this work is to determine significant climatical changes in the rainfall regime in these two countries, that is repeatability of gradation. In this work it was revealed that in Mauritania and Côte d'Ivoire significant changes of climate on rainfall were observed on the second and third period of the 20th century (i.e 1916 – 1935 and 1936 – 1955 respectively), when rainfall considerably increased, and during the penultimate period (1976 – 1995) they were on the contrary.

Введение

В тропической зоне и в странах аридного и полуаридного климата прогноз колебаний режима увлажнения осадков имеет большое производственно-хозяйственное и социальное значение. В этом регионе преобладают климатические условия полуаридной и засушливой зимы. Её территорию на западе и юге ограничивают воды Атлантического океана и Гвинейского залива, на юго-востоке она граничит с Камеруном, на северо-востоке с Чадом, на севере с Ливией и Алжиром и пустыней Западная Сахара, кроме острова Кабо-Верде.

Режим увлажнения в странах Западной Африки связан с сезонными перемещениями внутритропической зоны конвергенции (ВЗК). К северу от ВЗК находится сухой воздух пустыни, к югу – влажный воздух, приходящий с

океанической поверхности или из экваториальной ложбины. Климатическое положение ВЗК и преобладающих воздушных переносов для различных месяцев (2005) по данным АКМАДа показано на рисунке.



Среднемесячные положения ВЗК в районе Западной Африки по данным АКМАДА¹ (АСМАД) в 2005 г.

В апреле, по данным ряда метеорологических станций Западной Африки, воздушные переносы находятся ближе к северу от ВЗК в сухом континентальном воздухе. По мере движения ВЗК к северу в Западной Африке начинается сезон дождей. Осенью наблюдается обратное движение ВЗК с ослабленными осадками в рассматриваемом регионе.

Сезонные меридиональные смещения ВЗК наблюдаются и над Атлантическим, и Индийским океанами, вследствие чего режим увлажнения ряда регионов характеризуется чередованием сухих и влажных сезонов. Климат Западной Африки формируется под влиянием воздушных масс двух типов: континентально-тропического воздуха и морского тропического воздуха. Наибольшую повторяемость имеет теплый и запыленный континентально-тропический воздух Сахары, достигающий наиболее южного положения (5–7°с.ш.) в январе. Усилению континентального климата Западной Африки способствует близость Евразийского материка: летом континенталь-

¹ Африканский центр по развитию прикладной метеорологии – (African Center of Meteorological Application for Development).

но-тропический воздух сменяется морским тропическим воздухом или экваториальным теплым и влажным, который распространяется примерно до 8 –20°с.ш. на побережье и до 21 –22°с.ш. в глубине материка [А.Н. Лебедева, 1967, с. 194 –207, 459 –482; Черч Р., 1959, с. 34 –76]. Пассаты являются преимущественно океанической системой ветров [Виноградов М.Е., Семенова Т.Н., 1973, с. 102]. Большое влияние на погоду и климат региона оказывает ВЗК, которая над Западной Африкой в течение всего года лежит к северу от экватора [Лебедев А.Н., 1967; Погосян Х.П., 1972, с. 394; Тараканов Г.Г., 1989, с. 701]. В апреле–мае ВЗК продвигается к северу, а в августе или в сентябре отступает на юг [Лебедев А.Н., 1967; Лэм Р., 1984; Погосян Х.П., 1972, с. 394; Тараканов Г.Г., 1989, с. 701]. В Западной Африке, как и повсюду в тропиках, осадки представляют собой наиболее важный элемент климата. От количества, регулярности, продолжительности и характера их выпадения в значительной степени зависят состояние растительности и продукция сельского хозяйства. Однако распределение осадков в Северо-Западной Африке отличается большой неравномерностью [Г.Ф. Радченко, 1983, с. 11 –27; Новожилова Н.П., Петровский Ю. С., 1967; Педь А.А., 1978, с. 401]. ВЗК мигрирует, следуя за движением Солнца с временным запаздыванием на один месяц [Чанга Л. Б., 2006, с. 21].

Целью данной статьи является поиск климатически значимых изменений режима увлажнения в регионе Западной Африки (Мавритания, Кот д'Ивуар) в XX в.

Данные и методы исследования

Многолетние ряды месячных сумм осадков в Западной Африке были выбраны только на тех станциях, у которых ряды с более 50 и 100-летними наблюдениями, соответственно 210 и 9 станций по всему региону. По материалам многолетних наблюдений атмосферных осадков в странах Западной Африки проведены ранжировки и выделены пять равновероятных (по 20% численности ряда) градаций месячных и годовых сумм осадков: (А – значительно выше нормы, а – выше нормы, N – около нормы, b – ниже нормы, В – значительно ниже нормы). Это обеспечивало объективное представление предиктанта при поисках значимых климатических изменений режима увлажнения в странах Западной Африки, выявление их зависимости от внешних факторов.

Рассмотрим ежедневные положения внутритропической зоны конвергенции (ВЗК) по всему району Западной Африки, лежащей в течение всего года к северу от экватора с её мощными облаками. В период сезонных дождей в районе Западной Африки построены карты с различными положениями ВЗК.

Представленные методы исследования заключаются в выявлении повторяемости градаций осадков в Западной Африке (Bb – тенденция дефицита осадков; Aa – тенденция увлажнения осадков) по 20-летним периодам (1896–1915 гг., 1916–1935 гг., 1936–1955 гг., 1956–1975 гг., 1976–1995 гг., 1996–

2003 гг.) и полученные градации (Bb:Aa) оцениваются согласно Пирсону (χ^2). В таблице 1 и 2 приведены повторяемости градаций осадков в странах Западной Африки (Bb:Aa) и их уровни значимости по 20-летним периодам.

Основные результаты исследования

В данной работе приведены результаты анализа многолетних изменений характеристики атмосферных осадков в странах Западной Африки. Градации средних значений осадков Западной Африки для каждого месяца сезона дождей (с июля по сентябрь и годовая сумма) подсчитаны по шести периодам исходного временного ряда: (1896–1915 гг., 1916–1935 гг., 1936–1955 гг., 1956–1975 гг., 1976–1995 гг., и 1996–2003 гг.). Сопоставлены повторяемости градаций влажных (Aa) и сухих (Bb) значений приведенных характеристик режима увлажнения в странах Западной Африки.

Оказалось, что в XX в. за год в Мавритании (см. табл. 1) наблюдалось три значимых градации с изменением климата по режимам осадков: во втором и третьем периодах, с 1916 по 1935 гг. и с 1936 по 1955 гг., осадки возросли, тогда как соотношение сухих – Bb и влажных – Aa говорит о преобладании влажных лет над сухими (4 случая сухих и 13 случаев влажных, 2 случая сухих и 15 случаев влажных), а с 1976 по 1995 гг. осадки уменьшались, тогда как соотношение сухих – Bb и влажных – Aa говорит о тенденции к дефициту сухих осадков (14 случаев сухих и 1 случай влажных).

Таблица 1

Повторяемости градаций осадков в Мавритании (Bb:Aa) и их уровни значимости по 20-летним периодам с 1896 по 2003 гг.

Период	Повторяемость по градациям			
	Bb:Aa	Bb:Aa	Bb:Aa	Bb:Aa
	Июль	Август	Сентябрь	Годовая сумма
1896–1915	7:1	7:2	9:0	9:0
1916–1935	3:14 (1 %)	7:12 (1 %)	6:9	4:13 (1 %)
1936–1955	5:8	5:12 (1 %)	4:13 (1 %)	2:15 (0,1 %)
1956–1975	7:10	4:9	7:9	3:10
1976–1995	11:4	13:1 (1 %)	10:5	14:1 (0,1 %)
1996–2003	6:2	3:1	1:2	7:0

Примечание. Серый цвет – увлажненный период;
 (1 %) – уровень значимости;
 Подчеркнутые числа – засушливый период

Однако по месяцам рассматриваемого сезона дожди наблюдались только в 5 значимых градациях по с изменением климата по осадкам: в июле и сентябре имелось всего два значимых периода с 1916 по 1935 гг. и с 1936 по 1955 гг. с изменением осадков (3 случая сухих и 14 случаев влажных, 4 случая сухих и 13 случаев влажных). А в августе – три значимых периода с 1916 по 1935 гг. с изменением осадков (7 случаев сухих и 12 случаев влажных), с 1936

по 1955 гг. (5 случаев сухих и 12 случаев влажных) и с 1976 по 1995гг. (13 случаев сухих и 1 случай влажных).

Следует отметить, что из 8 существенных градаций изменений в XX в. в Мавритании только два соответствуют 0,1% -ому уровню значимости, а остальные – 1% -ому уровню. От одного месяца сезона дождей к другому, где соотношение Vb:Aa говорит о преобладании влажных лет над сухими, длительные сохранения изменений климата по осадкам наблюдались в периодах с 1916 по 1935 гг. в июле – августе месяце и с 1936–1955 гг. в августе–сентябре. А от одного месяца сезона дождей к другому, где соотношение Vb:Aa говорит о преобладании сухих лет над влажными, длительные сохранения изменений климата по осадкам XX в. в Мавритании не наблюдались.

За год для Кот Д’Ивуара (табл. 2) в XX в. наблюдался всего один значимый период, с 1976 по 1995гг. осадки возросли, преобладало соотношение влажных лет над сухими (13 – градаций Vb и 3 – градации Aa).

Таблица 2

Повторяемости градаций осадков в Кот Д’Ивуаре (Vb:Aa) и их уровни значимости по 20-летним периодам с 1896 по 2003гг.

Период	Повторяемость по градациям			
	Vb:Aa	Vb:Aa	Vb:Aa	Vb:Aa
	Май	Июнь	Сентябрь	Годовая сумма
1896–1915	3:9	3:8	9:2	3:10
1916–1935	11:6	8:5	5:12 (5 %)	8:8
1936–1955	4:9	12:6 (5 %)	5:12 (5 %)	4:11
1956–1975	11:4	5:12 (5 %)	4:10	6:8
1976–1995	9:9	11:5	14:3 (1 %)	13:3 (1 %)
1996–2003	2:2	1:4	2:0	7:1

Примечание. – Серый цвет – увлажненный период;
 1 % - уровень значимости;
 подчеркнутые числа – засушливый период

Однако по месяцам сезона дождей наблюдалось 5 значимых 20-летних периодов с изменением климата по осадкам, в июне имелось два значимых периода с 1936 по 1955гг., когда преобладало соотношение сухих над влажными (12 случаев влажных и 6 сухих) и с 1956 по 1975 гг. (5 случаев влажных и 12 сухих), в сентябре имелось три значимых периода с 1916 по 1935 гг. и с 1936 по 1955гг., когда преобладало соотношение Vb:Aa влажных лет над сухими (5 влажных и 12 сухих в обоих периодах).

Следует отметить, что из всех 6 существенных периодов изменений в XX в. в Кот Д’Ивуаре 2 соответствовали 1% -ому уровню значимости и остальные – 5%-ому уровню значимости. А от одного месяца сезона дождей к другому, где соотношение Vb:Aa говорит о преобладании сухих лет над влажными и, наоборот, не наблюдаются длительные сохранения изменений климата по осадкам.

Научные результаты Британского исследовательского центра (Hadley Center – Met office) показали в странах Сахеля изменения осадков по 10-летним периодам. Начиная с 1980 гг. количество осадков увеличивалось. В результате 2004 г. засуха в совокупности с подходящими для размножения саранчи метеорологическими условиями привела к уничтожению зерновых культур и закончилась нехватками продовольствия в западном регионе стран Сахеля [Climate change...2005, с. 16].

Заключение

В XX в. в большинстве стран Западной Африки наблюдались существенные изменения климата по атмосферным осадкам (см. табл. 1, 2), когда преобладало соотношение сухих лет над влажными и наоборот. Отметим, что изменения климата по годовым суммам осадков наблюдались, в основном, во втором, третьем 20-летиях (с 1916 по 1935 гг и с 1936 по 1955гг.) когда осадки значительно увеличивались, т.е. это самые избыточные периоды, и в предпоследнем 20-летии (с 1976 по 1995гг.), осадки значительно уменьшались т.е. это самые засушливые периоды. В другие месяцы сезона дождей в странах Западной Африки какой-либо вывод об изменении климата по осадкам сделать очень сложно. Если говорить о длительных изменениях климата по осадкам от одного месяца сезона дождей к другому, то можно сделать вывод, что в большинстве стран Западной Африки изменения климата по осадкам наблюдались в основном с августа до сентября. Эти изменения климата подтверждаются критериями Пирсона (χ^2) и их уровнем значимости 0,1% и 1%.

Литература

1. *Лебедева А.Н.* Климаты Африки. – Л.: Гидрометеизд, 1967, с. 174 – 207, 459 – 482.
2. *Виноградов М.Е., Семенова Т.Н.* Тропическая характеристика пелагических сообществ экваториальная апвеллинг. // Тр. ИО АН СССР, т. 102, 1973.
3. *Радченко Г.Ф.* Страны Сахеля (состояние природный пробл. развития сельск. хоз-ва). – М.: Мысль, 1983, с. 11 –27.
4. *Лебедев А.Н.* Климатический справочник Африки. Часть II. – Л.: Гидрометеиздат, 1967.
5. *Лэм Р.* Сухая статистика опустынивания // Бюл. ВМО. Т. 33, № 4. 1984.
6. *Новожилова Н.П., Петровский Ю.С.* О сезонных особенностях атмосферной циркуляции над Африкой // Тр. ГМЦ СССР. Вып. 5. 1967.
7. *Педь А.А.* Условия формирования атмосферных засух и избыточного увлажнения // ГМЦ СССР. Вып. 1978. 206, с. 87 – 401.
8. *Погосян Х.П.* Общая циркуляция атмосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 394 с.
9. *Тараканов Г.Г.* Конвекция и система движения в тропиках. – Л: Гидрометеиздат, 1989. – 701с.
10. *Чанга Л.Б.* Долгосрочный прогноз асадков для Танзании физико-статистическим методом. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. – СПб, 2006. – 21с.
11. *Черч Р.* Западная Африка. Природная среда и ее хозяйственное использование. – Л.-М., 1959, с. 34 –76.
12. Climate change, rivers and rainfall. Hadley center. – Met office, December 2005, 16 pp.
13. <http://www.acmad.ne/fr/prevision/quotidien/fitarchiv.htm>.