

К.К. Силверию, Л.А. Куликова

**ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ПРЕДИКТОРОВ
ДЛЯ ДОЛГОСРОЧНОГО ПРОГНОЗА ОСАДКОВ
НА ТЕРРИТОРИИ МОЗАМБИКА**

K.C. Silverio, L.A. Kulikova

**EVALUATION OF POTENTIAL PREDICTORS
FOR LONG-TERM FORECAST OF PRECIPITATION
IN THE AREA OF MOZAMBIQUE**

В статье освещаются вопросы оценки прогностического потенциала следующих предикторов: центров действия атмосферы, явлений Эль-Ниньо и Ла-Нинья и квазидвухлетнего цикла стратосферной циркуляции в экваториальной зоне для долгосрочного прогноза осадков для всей территории Мозамбика в целом и для отдельных регионов. Статья содержит сравнительный анализ среднесноголетнего режима и режима осадков в XX – начале XXI вв. в целом и для каждого региона отдельно. Даны рекомендации по поиску потенциальных предикторов (температура поверхности океанов в экваториальной зоне) для долгосрочного прогноза осадков на территории Мозамбика.

Ключевые слова: оценка, потенциальные предикторы, долгосрочный прогноз, осадки, режим осадков.

The article highlights problems of evaluation of following potential predictors: Atmospheric Centers of Action, El Niño and La Niña, and the quasi-biennial cycle of the equatorial stratospheric circulation for long-term forecast of precipitation as a whole and for each selected region separately. This article contains a comparative analysis of average annual rainfall regime in the 20th and the early 21st century as a whole and for each region separately. Are given the recommendations for continuation of searching potential predictors (the equatorial sea surface temperature), for long-term forecast of precipitation in the area of Mozambique.

Key words: evaluation, potential predictors, long-term forecast, precipitation, rainfall regime.

Изменчивость осадков воздействует на многие социально-экономические секторы, например на сельское хозяйство, и водные ресурсы, от которых зависит во многом экономика Мозамбика. Поэтому улучшение методов долгосрочного прогноза осадков в целях смягчения последствий изменений климата в Мозамбике является задачей, несомненно, актуальной и интересной. В связи с различием климатических условий на территории республики в работе было проведено климатическое районирование и предикторы оценивались не только в целом, но и для каждого района отдельно.

Для оценки режима увлажнения Мозамбика использовались пространственно-осредненные месячные и годовые суммы осадков по всей территории Мозамбика и по его отдельным районам (северному, центральному и южному) на 78 станциях с 1896 по 2010 г., полученные по данным из архива Global Historical Climatology Network (GHCN)[1].

Основные статистические моменты осадков Мозамбика представлены на рис. 1.

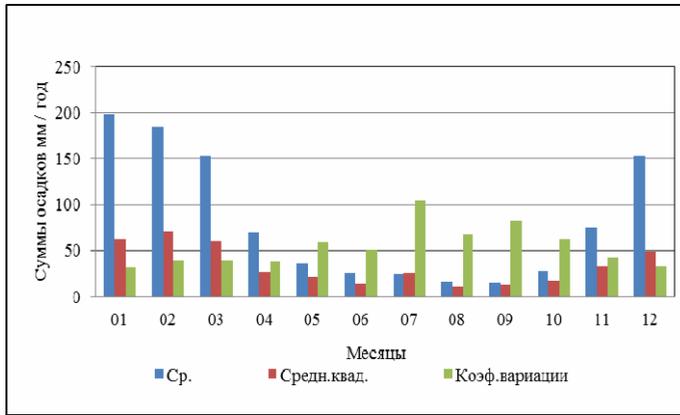


Рис. 1. Характеристики среднемноголетнего режима осадков по всей территории Мозамбика

Из данных рис. 1 видно четкое прослеживание наличия двух сезонов: летнего влажного с ноября по апрель с максимумом в январе (200 мм) и сухого зимнего сезона с мая по октябрь с минимумом в сентябре (14 мм). Межгодовая изменчивость осадков, характеризующаяся средним квадратическим отклонением, во влажный период на порядок ниже средних сумм осадков и почти совпадает по величине в сухой период, но распределена аналогично средним величинам.

Для анализа режима осадков в конце XX – начале XXI вв. в целом и в каждом регионе отдельно годовые суммы осадков были упорядочены с выделением 5 равновероятных градаций: *B* – значительно ниже нормы, *b* – ниже нормы, *N* – около нормы, *a* – выше нормы и *A* – значительно выше нормы. Результаты расчета повторяемости градаций годовых сумм осадков Мозамбика по двадцатилетиям, представлены на рис. 2.

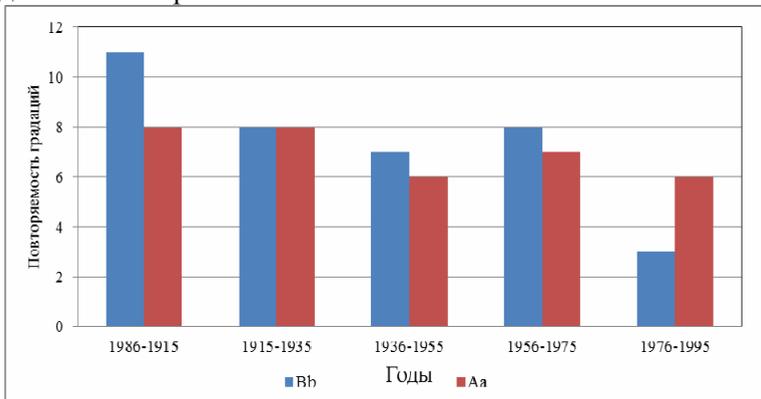


Рис. 2. Повторяемость градаций годовых сумм осадков по двадцатилетиям по всей территории Мозамбика

Из рис. 2 установлено преобладание сухого периода с 1896 по 1975 г., а с 1976 по 1995 г. – влажного. Статистическая значимость вывода подтверждена с помощью критерия Пирсона на уровне значимости от 0,01 до 0,20 [2]. И поэтому можно утверждать, что в XX и начале XXI в. наблюдается незначительный рост осадков.

В целях разработки долгосрочного прогноза осадков Мозамбика, выбор потенциальных предикторов осуществлялся на основе представлений, влияющих на общую циркуляцию атмосферы. В их число включены Южно-Индийский центр действия атмосферы (ЦДА), явление Эль-Ниньо и Ла-Нинья и квазидвухлетний цикл стратосферной циркуляции в экваториальной зоне. Колебания центров действия атмосферы существенно изменяют характер распределения осадков различных регионов [3].

В качестве характеристики ЦДА для долгосрочного прогноза осадков используется максимальное давление Южно-Индийского антициклона и его местоположение (широта и долгота). По данным из базы [5], вычислялись средние характеристики Южно-Индийского ЦДА для 10 самых сухих и влажных лет Мозамбика по всем месяцам.

Критерием выбора характеристики ЦДА в качестве предиктора для долгосрочного прогноза осадков Мозамбика служило наличие существенных различий, сравнимых с величиной среднеквадратического отклонения этой характеристики, при разных режимах увлажнения.

Результаты расчета средних характеристик ЦДА для разных градаций осадков Мозамбика представлены на рис. 3.

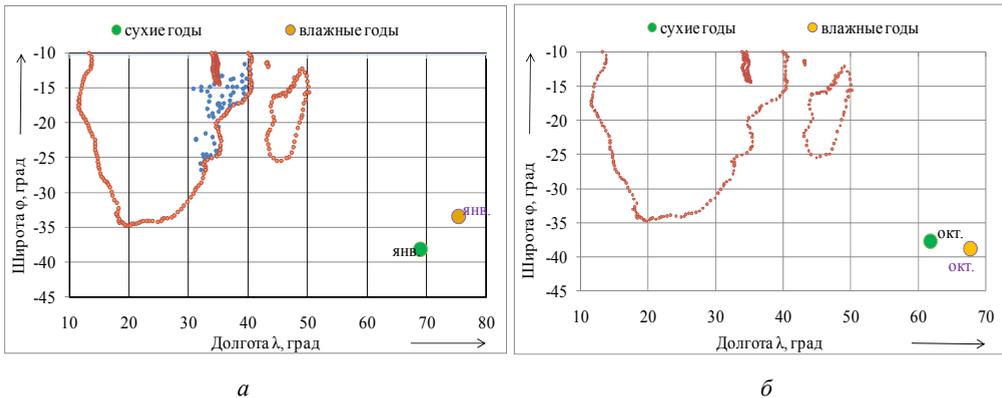


Рис. 3. Географическое положение ЦДА при разных режимах увлажнения Мозамбика.
а – летний сезон (январь); б – зимний сезон (октябрь)

Из рис. 3, видно, что в январе усиление влаги наблюдается при смещении ЦДА на северо-восток, в апреле при смещении ЦДА на юго-восток, а в октябре месяце при смещении ЦДА на юго-восток.

Явление Эль-Ниньо – это экстремальное повышение температуры поверх-

ностных вод в экваториальной зоне Тихого океана, неразрывно связанное с Южным колебанием, а Ла-Нинья – противоположная (холодная) фаза процесса Эль-Ниньо-Южное колебание (ЭНЮК). События Эль-Ниньо (Ла-Нинья) нарушают обычный цикл циркуляции в системе океан–атмосфера и оказывают заметное воздействие на количество осадков в различных частях света [4].

Для оценки возможности использования Эль-Ниньо и Ла-Нинья для долгосрочного прогноза осадков Мозамбика вычислялась повторяемость градаций сухих (Bb) и влажных (Aa) лет в годы этих явлений. Рекомендацией для выбора предиктанта служит наличие противоположных тенденций в распределении осадков в годы Эль-Ниньо и Ла-Нинья.

Результаты расчета повторяемости градаций осадков Мозамбика при теплой и холодной фазах ЭНЮК представлены в табл. 1.

Таблица 1

Повторяемость осадков по градациям в годы Ла-Нинья и Эль-Нинь

Годы	Градаций	Месяцы					
		01	02	04	07	11	12
Эль-Ниньо	Aa:Bb	4:3	2:6	1:7	4:3	4:5	3:4
Ла-Нинья	Aa:Bb	8:12	11:8	13:7	9:12	14:7	12:6

Из табл. 1 видно, например, что в январе и июле наблюдается избыток осадков при Эль-Ниньо и дефицит при Ла-Нинья, а в остальных месяцах – наоборот.

Квазидвухлетний цикл стратосферной циркуляции – чередование во времени западных и восточных зональных ветров так, что примерно один год господствуют западные ветры, а в следующем году – восточные [4]. При этом при смене ветрового режима в стратосфере изменяется характер увлажнения в глобальном масштабе [6].

Для оценки прогностического потенциала КДЦ рассчитывались повторяемости градаций осадков Мозамбика в годы восточной и западной фазы КДЦ в экваториальной стратосфере. Рекомендацией КДЦ в качестве предиктанта для долгосрочного прогноза осадков Мозамбика служит наличие противоположных тенденций при разных направлениях западного переноса в экваториальной зоне стратосферы.

Результаты расчета повторяемости градаций осадков Мозамбика при разных составляющих зонального ветра в экваториальной стратосфере приведены в табл. 2.

Таблица 2

Повторяемость градаций осадков Мозамбика в годы западной и восточной фаз КДЦ

Годы	Градаций	Месяцы						
		06	07	08	09	10	11	12
Западные	Aa:Bb	4:7	5:8	7:8	5:7	7:6	9:6	6:4
восточные	Aa:Bb	8:5	10:8	9:8	10:6	7:9	7:9	4:12

Из табл. 2, видно, что при западной и восточной фазах КДЦ осадки в Мозамбике в отдельные месяцы распределены противоположно, например, при

западной фазе КДЦ с июня по сентябрь наблюдается избыток осадков, а при восточной – дефицит осадков, а в остальных месяцах наоборот.

Аналогичное исследование проведено для всех регионов Мозамбика. Результаты расчетов приведены в табл. 3.

Таблица 3

Предикторы долгосрочного прогноза осадков по всей территории и регионам Мозамбика

Регионы Мозамбика	Месяцы											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Вся территория	1,2, 3,4	2,3, 4	1,2, 3,4	3,4	3	3,5	4,5	3,5	3,5	3,5	3,4, 5	2,3, 4,5
Северный	1,2, 3		3,4, 5	3	4	3	3,5	3,5	4	1,3, 4	3,4, 5	3
Центральный	2,3	1,2, 3,4	3,4, 5	1,3, 4				3,5	3	1,3	3,4, 5	3,5
Южный	3	2,3, 4	1,3, 4		1,3	1,3	3		5	3	2,3	5

Условные обозначения предикторов в таблице:

1. Максимальное давление Южно-Индийского ЦДА.
2. Широта ЦДА.
3. Долгота ЦДА.
4. Явление Эль-Ниньо и или Ла-Нинья.
5. КДЦ стратосферной циркуляции.

Целесообразно продолжить поиск потенциальных предикторов для долгосрочного прогноза осадков Мозамбика. Как показали последние исследования [7, 8, 9], перспективной в этом отношении является температура поверхности океанов в тропической зоне.

Литература

1. The fourth assessment report of intergovernmental panel on climate change (IPCC) [Electronic resource] / WMO. Geneva, Switzerland, 2007. 846 p. Point access: //www.ipcc.ch.
2. Юл Дж.Э., Кендэлл М.Дж. Теория статистики. – М.: Госстатиздат, 1960. – 778 с.
3. Кондратович К.В, Куликова Л.А., Гринько М.В. Влияние центров действия атмосферы на режим увлажнения по континентам Земного шара // Вопросы промышленной океанологии. – М.: ВНИРОиздат, 2008. – 208 с.
4. Угрюмов А. И. Долгосрочные метеорологические прогнозы. Уч. пос. – СПб.: РГГМУ, 2006. – 84 с.
5. Заявка № 201062400 Российская Федерация. Характеристики центров действия атмосферы. Свид. о госрегистрации базы данных № 2010620498; заявл. 20.07.2010; зарегистрировано в Реестре баз данных 14.09.2010. – 300 с.
6. Еремин П.Г. Квазидвухлетние колебания годовых сумм осадков среднего полушария // Труды ГМЦ, СПб., 1987. – 250 с.
7. Нгонгол Хашима Карим. Статистическое прогнозирование осадков в тропиках по данным о температуре поверхности океана и квазидвухлетних колебаниях зонального потока на примере Восточной Африки: Автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. – СПб.: РГГМУ, 2011. – 27 с.
8. Кондратович К.В, Чан Винь Ша. Многолетние изменения температуры воды поверхности в Индийском океане и режима увлажнения во Вьетнаме // Мат-лы итоговой сессии Ученого совета января 2002 г.: Тезисы докладов. – СПб.: РГГМУ, 2002, с. 36-37.
9. Кондратович К.В, Федосеева Н.В., Чан Винь Ша, Икочева М.У., Иванов А.В., Фокина Л.В. Термическое состояние водной поверхности в тропической зоне Атлантического, Индийского и Тихого океанов как потенциальный предиктор гидрометеорологического прогнозирования. // Итоговая сессия Ученого совета января 2001 г.: Тезисы докладов. – СПб.: РГГМУ, 2001, с. 28-29.