

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра метеорологии и климатологии

**Оценка климатических аномалий поверхности Тихого океана
по различным индексам**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студенки 5 курса 521 группы

направления 05.03.05 Прикладная гидрометеорология

географического факультета

Холодковой Ольги Евгеньевны

Научный руководитель

доцент, к.г.н.

Н.В. Семенова

Зав. кафедрой

д.ф.-м.н.

М.Б. Богданов

Саратов 2016 год

Введение. Актуальность темы:

- исследовать явления, возникающие в Тихом океане под названием Эль-Ниньо и Ла-Нинья.

Цель работы:

- оценить климатические аномалии поверхности Тихого океана Эль-Ниньо/Ла-Нинья по различным индексам.

Задачи:

- провести анализ индекса южного колебания – SOI, индекса океанического Nino индекса – ONI и аномалии температуры поверхности океана (АТПО) в регионе Nino 3.4;

- составить хронологию событий периодов Эль-Ниньо и Ла-Нинья по данным индексам;

- выявить начало и окончание периодов Эль-Ниньо/Ла-Нинья, оценить их продолжительность и интенсивность;

- составить графики и диаграммы событий;

- провести сравнительный анализ совпадения фаз ЭНЮК.

В Мировом океане наблюдаются особые явления (процессы), которые можно рассматривать как аномальные. Такими аномальными явлениями, охватывающими океан и атмосферу, являются Эль-Ниньо и Ла-Нинья.

Эль-Ниньо по-испански означает «малыш, мальчик», явление Ла-Нинья по-испански «малышка, девочка».

Явление Эль-Ниньо – резкое потепление вод Тихого океана в полосе, которая тянется от острова Новая Гвинея к побережью Чили. Считается, что оно оказывает существенное влияние на погоду всего земного шара. Ущерб в мире от вызванного этим явлением буйства стихий исчисляется миллиардами долларов. Противоположная фаза называется Ла-Нинья.

Сопутствующие Эль-Ниньо атмосферные явления были названы Южным колебанием (ЭНЮК — Эль-Ниньо — Южное колебание), так как впервые наблюдались в Южном полушарии.

Оценка фаз ЭНЮК проводилась с помощью различных индексов.

Индекс южного колебания - SOI равняется разнице между средними значениями давления воздуха у поверхности моря на Таити и в городе Дарвин (Австралия). Если SOI в течение нескольких месяцев отрицательный, ожидают Эль-Ниньо, если положительный – наблюдается Ла-Нинья.

Океанический Nino индекс - ONI определяется как средняя за три месяца с перекрытием в два месяца аномалия ТПО для региона Nino3+4 (5°с.ш.-5°ю.ш.; 120°-170°з.д.). Событие классифицируется как Эль-Ниньо, если пять последовательных месяцев индекс ONI равен +0,5° и более, Ла-Нинья аналогично при ONI равным -0,5° и менее.

Во многих расчетах используют аномалии ТПО (отклонение температуры поверхности океана на длительный срок от средних значений температур). Положительные аномалии связаны с теплой фазой Эль-Ниньо, отрицательные аномалии связаны с холодной фазой Ла-Нинья.

Для каждого индекса существуют свои критерии интенсивности.

Для индекса SOI рассматривался период с 1886 - 2015 гг, для океанического Nino индекса (ONI) – с 1950 - 2016 гг., для АТПО – с 1982 – 2016 гг. Значения индексов были взяты с сайта NOAA Climate Prediction Center.

Бакалаврская работа состоит из 5 глав:

- 1 Общие представления о явлениях Эль-ниньо и Ла-Нинья
- 2 Анализ индекса южного колебания SOI
- 3 Анализ океанического Nino индекса – ONI
- 4 Сравнение индексов южного колебания – SOI и океанического Nino индекса – ONI
- 5 Анализ ТПО и АТПО региона Nino 3.4.

Основное содержание работы.

Общие представления о явлениях Эль-Ниньо и Ла-Нинья. Следует различать течение Эль-Ниньо и явление Эль-Ниньо.

Описание Эль-Ниньо как океанической аномалии. Течение Эль-Ниньо — постоянное, небольшое по океаническим масштабам течение у северо-западных берегов Южной Америки. Оно прослеживается от района Панамского залива и следует на юг вдоль берегов Колумбии, Эквадора, Перу примерно до 50° ю.ш. Однако приблизительно один раз в 6 - 7 лет течение Эль-Ниньо распространяется далеко на юг иногда до северного и даже среднего Чили (до 35-40° ю.ш.). Температура поверхности океана в прибрежной зоне Эквадора и Перу повышается до 21-23°C, а иногда до 25-29°C. Аномальное развитие этого теплого течения, которое обычно появляется к католическому Рождеству, получило название «Эль-Ниньо» — от испанского «El Niño — младенец (Христос)». Впервые оно было замечено в 1726 г.

Этот чисто океанологический процесс имеет ощутимые, а часто и катастрофические экологические последствия на суше. Однако последствия аномального развития течения Эль-Ниньо ощущаются только на Тихоокеанском побережье Южной Америки.

Признаки наступления Эль-Ниньо и Ла-Нинья. Для количественного описания океанической аномалии Эль-Ниньо и Ла-Нинья определены температурные аномалии поверхностного слоя приэкваториальной части Тихого океана продолжительностью не менее 5 месяцев, выражающиеся в отклонении температуры воды на 0,5°C в большую (Эль-Ниньо) или меньшую (Ла-Нинья) сторону.

Существуют признаки, по которым можно определить достоверность наступления Эль-Ниньо:

а) Повышение атмосферного давления над Индийским океаном, Индонезией и Австралией.

б) Падение давления над Таити, над центральной и восточной частями Тихого океана.

в) Ослабление пассатов в южной части Тихого океана вплоть до их прекращения и изменения направления ветра на западное.

г) Теплая воздушная масса в Перу, дожди в перуанских пустынях.

Температура поверхности океана и ее аномалия. Температура поверхности океана (ТПО) является одной из ключевых характеристик Эль-Ниньо. Ее мониторинг контролируется судами, автоматическими бакенами и спутниковыми измерениями. Во время явлений Эль-Ниньо или Ла-Нинья температура может повышаться или понижаться на 2° - 4° С от обычной (25 - 28° С.)

По месту действия и для удобства осуществления выборки данных о температуре поверхности океана тропический океан был разделен на несколько регионов:

Nino 1+2 - область, определения 80° – 90° W и 0° – 10° S

Nino 3 - 90° - 150° W и 5° N - 5° S

Nino 4 - 150° W - 160° E и 5° N - 5° S

Nino 3+4 - 120° W - 170° W и 5° N - 5° S

Обычно при описании явления Эль-Ниньо (Ла-Нинья) и для расчета различных индексов используют регион Nino3 или объединенный регион Nino3+4.

Океанический Nino индекс – ONI. Для идентификации Эль-Ниньо используется стандартная характеристика – Океанический Nino индекс (ONI). Он определяется как средняя за три месяца с перекрытием в два месяца аномалия ТПО для региона Nino3+4 (5° с.ш.- 5° ю.ш.; 120° - 170° з.д.).

Данный индекс очень удобен, т.к. позволяет исключить пропуски, возникающие при определении периодов Эль-Ниньо (Ла-Нинья) по АТПО, правильно выделить периоды аномалий, когда значения АТПО колеблются

от 0,45 до 0,55 в течение длительного промежутка времени и определить интенсивность явлений.

Существуют критерии, по которым принято определять интенсивность событий Эль-Ниньо по индексу ONI и по значению АТПО:

- а) если аномалия $+ 0,5^{\circ} \dots + 0,8^{\circ}$ - событие Эль-Ниньо слабое;
- б) если аномалия $+ 0,81^{\circ} \dots + 1,0^{\circ}$ - событие Эль-Ниньо умеренное;
- в) если аномалия $+ 1,0^{\circ} \dots + 1,4^{\circ}$ - событие Эль-Ниньо умеренно-сильное;
- г) если аномалия $> + 1,4^{\circ}$ - событие Эль-Ниньо сильное.

Описание явления Эль-Ниньо/Ла-Нинья как климатической аномалии системы океан-атмосфера. Сопутствующие Эль-Ниньо атмосферные явления были названы Южным колебанием (ЭНЮК — Эль-Ниньо — Южное колебание), так как впервые наблюдались в Южном полушарии. Из-за теплой водной поверхности интенсивный конвективный подъем воздуха отмечается в восточной части Тихого океана, а не в западной, как обычно. В результате область сильных дождей смещается из западных районов Тихого океана в восточные. На Центральную и Южную Америку обрушиваются дожди и ураганы.

За последние 25 лет отмечены семь активных циклов Эль-Ниньо: 1982-1983, 1986-1988, 1991-1992, 1997-1998, 2006-2007, 2009-2010, 2015-2016 гг.

Наиболее сильные циклы Ла-Нинья отмечались в 1988-1989 гг., 1998-2001 гг., 2007-2008 гг., 2010-2011 гг.

Эль-Ниньо возникает в среднем один раз в три-четыре года, Ла-Нинья — раз в шесть-семь лет. Оба явления несут с собой повышенное количество ураганов, но во время Ла-Нинья их бывает в три-четыре раза больше, чем при Эль-Ниньо. Выяснилось также, что оба состояния - единое явление, а Эль-Ниньо и Ла-Нинья - лишь крайние стадии его развития.

Эль-Ниньо и Ла-Нинья — наиболее выраженные проявления межгодовой изменчивости климата в глобальном масштабе. Эти явления

представляют собой крупномасштабные изменения океанской температуры, осадков, атмосферной циркуляции, вертикальных движений воздуха над тропической частью Тихого океана и приводят к аномальным погодным условиям на земном шаре.

Признаки наступления климатической аномалии. Достоверность наступления Эль-Ниньо или Ла-Нинья можно предсказать, если:

а) В районе экватора в восточной части Тихого океана образуется акватория более теплой воды, чем обычно (явление Эль-Ниньо) или более холодной (явление Ла-Нинья).

б) Сравняется тенденция атмосферного давления между портом Дарвин (Австралия) и островом Таити (Тихий океан). При Эль-Ниньо давление на Таити будет низким, а в Дарвине высоким. При Ла-Нинья — наоборот.

Индекс Южного колебания SOI. Южное Колебание — крупномасштабный атмосферный процесс, развивающийся над акваторией Тихого океана. Термин Южное Колебание был введен Уолкером (Gilbert Walker) для обозначения аномалий приземного атмосферного давления вдоль тропической зоны.

Чередование знаков аномалий напоминает гигантские качели, перекачивающие массы воздуха между Восточным и Западным полушариями.

Вблизи центров действия Южного Колебания противоположного знака находятся станции, расположенные на острове Таити (17° ю.ш., 150° з.д.) и в городе Дарвин (12° ю.ш., 150° в.д.). Считается, что временной ряд разностей нормализованных аномалий давления этих станций (индекс Южного Колебания) является наиболее обоснованной характеристикой временной динамики Южного Колебания.

Только через 40 лет, в 1966-1969 годах, норвежский метеоролог Якоб Бьеркнес связал Южное колебание с Эль-Ниньо. После открытия Бьеркнесом

связи явления Эль-Ниньо с южным колебанием для оценки степени возмущения глобальной атмосферной и океанической циркуляции ученые стали использовать индекс Эль-Ниньо/ Южного колебания – SOI (Southern Oscillation Index).

Низкий индекс (отрицательный SOI) способствует ослаблению пассатов и как следствие возникновению Эль-Ниньо. Высокий индекс (положительный SOI) способствует уменьшению пассатов, следственно, возникновению холодной фазы, т.е. Ла-Нинья.

Существуют критерии определения степени интенсивности событий ЭН для индекса SOI:

- если $-0,5 \leq SOI \leq -1,0$ - событие Эль-Ниньо умеренное;
- если $-1,0 \leq SOI \leq -1,5$ - событие Эль-Ниньо умеренно-сильное;
- если $SOI - 1,5 \leq SOI \leq -2,5$ - событие Эль-Ниньо сильное;
- если $SOI \leq -2,5$ - событие Эль-Ниньо очень сильное.

Критерии для событий Ла-Нинья берутся со знаком плюс.

Анализ индекса южного колебания - SOI. В настоящее время имеется непрерывный ряд значений среднемесячных индексов южного колебания - SOI, начиная с 1866 года.

Для анализа индекса SOI с точки зрения определения периодов Эль-Ниньо и Ла-Нинья (фаз ЭНЮК) был взят период с 1886 по 2015 гг. По этим данным была составлена хронология событий, вычислены среднегодовые значения индекса SOI и на их основании построены графики изменения среднегодовых значений индекса. По полученным данным были установлены периоды наступления Эль-Ниньо и Ла-Нинья, начало и окончание явления, его продолжительность, а также интенсивность.

Анализ океанического Nino индекса – ONI. В настоящее время имеется непрерывный ряд среднемесячных значений океанического Nino индекса - ONI, начиная с 1950 года.

Для анализа океанического Nino индекса – ONI с точки зрения

определения периодов Эль-Ниньо и Ла-Нинья (фаз ЭНЮК), а также их интенсивности за период рассмотрения с 1950 по 2016 гг., была составлена хронология событий. Также были вычислены среднегодовые значения индекса ONI и на их основании построен график изменения среднегодовых значений индекса.

Из проведенного анализа были определены периоды наступления Эль-Ниньо и Ла-Нинья, начало и окончание явления, его продолжительность, а также интенсивность.

Сравнение индексов южного колебания - SOI и океанического Nino индекса (ONI). Для сравнения двух различных индексов – индекса южного колебания SOI и океанического Nino индекса (ONI) рассмотренных выше, были вычислены среднегодовые значения индекса SOI и ONI и на их основании составлен график (в соответствии с рисунком 4.1) изменения среднегодовых значений этих индексов. Сравнение проводилось за период с 1950-2015 гг.

Оценивая климатические аномалии поверхности Тихого океана по различным индексам, можно сделать вывод, что периоды возникновения Эль-Ниньо и Ла-Нинья (фазы ЭНЮК) совпадают. Совпадает также интенсивность этих явлений по различным индексам.

Для того чтобы провести сравнительный анализ самых продолжительных периодов Эль-Ниньо и Ла-Нинья по индексу SOI и индексу ONI и посмотреть совпадает ли продолжительность этих периодов по различным индексам, из выше составленных таблиц были выделены по 10 самых продолжительных явлений ЭН и ЛН за период с 1950-2015 гг. и составлены сравнительные диаграммы. Из сравнительного анализа можно сделать вывод, что начало и конец периодов Эль-Ниньо и Ла-Нинья по различным индексам могут не совпадать, и оценка продолжительности явлений по индексу SOI и по индексу ONI также отличаются немного друг от друга. Но в целом наблюдается достаточно совпадений.

Анализ ТПО и АТПО региона Nino 3.4. В настоящее время имеется непрерывный ряд среднемесячных значений температуры поверхности океана (ТПО) и аномальной ТПО, начиная с 1982 года.

Значения ТПО и АТПО Nino 3.4 были взяты с сайта NOAA Climate Prediction Center.

Для анализа ТПО и АТПО региона Nino 3.4 с точки зрения определения периодов Эль-Ниньо и Ла-Нинья (фаз ЭНЮК), период рассмотрения с 1982 по 2016 гг., была составлена таблица хронологий. Также на основании таблицы была составлена диаграмма изменения средних значений АТПО для периодов Эль-Ниньо и диаграмма изменения средних значений АТПО периодов Ла-Нинья.

Анализируя данные можно определить периоды наступления Эль-Ниньо и Ла-Нинья. Начало и окончание явления, его продолжительность, а также интенсивность. При низком значении АТПО возникает холодная фаза, т.е. Ла-Нинья, при высоком значении АТПО возникает теплая фаза, т.е. Эль-Ниньо.

Сравнение климатических аномалий поверхности Тихого океана для региона Nino 3.4 по индексу ONI и по значениям АТПО. Для сравнительной оценки климатических аномалий поверхности Тихого океана по индексу ONI и по значениям АТПО был составлен график среднегодовых значений океанического индекса ONI и среднегодовых значений АТПО для региона Nino 3.4 за период с 1982 по 2016 гг. Анализ рисунка показал практически абсолютное совпадение возникновения фаз ЭНЮК среднегодовых значений океанического Nino индекса (ONI) и среднегодовых значений АТПО.

Заключение. Явление Эль-Ниньо, которое характеризуется аномальным нагревом поверхностного слоя воды в экваториальной части Тихого океана. А также представляет собой климатическую аномалию, связанную с особенностями в планетарном взаимодействии океана и атмосферы.

Установлена связь между Эль-Ниньо и Южным колебанием, перемещениями масс воздуха над тропическими частями Индийского и Тихого океанов в южном полушарии, поэтому оба явления изучают как единое явление (Эль-Ниньо – Южное колебание – ЭНЮК). Явление ЭНЮК – это своеобразные "диалоги ветра и моря". Смена атмосферного давления приводит к существенным изменениям в системе пассатных и муссонных ветров и, соответственно, поверхностных океанических течений.

Будучи геофизическим явлением планетарного масштаба, ЭНЮК, как правило, приводит к тяжелым экологическим катастрофам, социально-экологические последствия которых ощущаются во всем мире.

Идентификация явления ЭНЮК осуществляется, в основном, по среднемесячным данным приземного давления (индекс SOI) или среднемесячных аномалий температуры поверхности в экваториальном районе Тихого океана (океанический Nino индекс (ONI)) или по значениям аномалии температуры поверхности океана (АТПО).

Если индекс SOI в течение нескольких месяцев отрицательный, ожидают Эль-Ниньо, если положительный – наблюдается Ла-Нинья.

Океанический Nino индекса ONI оценивается наоборот, если ONI в течение нескольких месяцев положительный, ожидают Эль-Ниньо, если отрицательный – Ла-Нинья. Значения АТПО оцениваются аналогично индексу ONI.

В данной работе для анализа индекса SOI для определения периодов Эль-Ниньо и Ла-Нинья (фаз ЭНЮК), рассматривался период с 1886 по 2015 гг., для анализа индекса ONI – период с 1950 по 2016 гг., для анализа АТПО

был рассмотрен период с 1982 по 2016 гг. Все события ЭНЮК были занесены в таблицы в хронологическом порядке. Затем был проведен сравнительный анализ по всем рассматриваемым индексам.

Сравнительный анализ всех индексов показал, что начало и конец периодов Эль-Ниньо и Ла-Нинья по различным индексам могут не совпадать, и оценка продолжительности явлений по индексу SOI, индексу ONI и АТПО также отличаются немного друг от друга. Но в целом совпадений много. Что касается интенсивности этих явлений по различным индексам, то анализ показал, что самые интенсивные явления по всем характеристикам совпадают.

Собранные данные за все время систематических наблюдений свидетельствуют о регулярности возникновения Эль-Ниньо с интервалом, колеблющимся от 4 до 12 лет. Продолжительность самого Эль-Ниньо изменяется от 6-8 месяцев до 3 лет, чаще всего она составляет 1 – 1,5 года. В этой большой изменчивости заключены трудности прогнозирования феномена.

Причины возникновения этого явления до сих остаются неизвестными. Множество данных (включая археологические) указывает на то, что оно существует уже сотни, а некоторые предполагают даже, что миллионы лет. Исследования показывают, что влияние климатических явлений Эль-Ниньо и Ла-Нинья, а значит, и количество неблагоприятных погодных условий на планете, по данным специалистов-климатологов, будет возрастать. Поэтому человечество должно внимательно следить за этими климатическими феноменами и изучать их.