



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
филиал в г.Туапсе

Кафедра «Метеорологии и природопользования»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)
по направлению подготовки 05.03.05 Прикладная гидрометеорология
(квалификация – бакалавр)

На тему «Климатологический анализ возникновения тропических циклонов и региональная система их мониторинга»

Исполнитель Вороновская Ольга Васильевна

Руководитель д.г.н., профессор Сергин Сергей Яковлевич

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой _____

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай Светлана Николаевна

«____» _____ 2019 г.

Туапсе
2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
Глава 1 Возникновение и жизненный цикл тропических циклонов	6
1.1 Общие сведения о тропических циклонах и стадиях их эволюции	6
1.2 Регионы зарождения, перемещения и угасания тропических циклонов .	9
1.3 Крупномасштабные метеорологические и климатические условия формирования тропических циклонов	11
Глава 2 Проявления тропических циклонов в субэкваториальных и тропических зонах земного шара	17
2.1 Тропические циклоны в бассейнах Тихого океана	17
2.2 ТЦ в бассейнах Индийского океана	23
2.3 ТЦ в бассейнах Атлантического океана и статистика ТЦ по полушариям	26
Глава 3 Мониторинг тропических циклонов в пределах Мирового океана и прибрежных территорий.....	31
3.1 Глобальная система наблюдений за тропическими циклонами	31
3.2 Факторы опасности проявления ТЦ	35
Заключение	43
Список использованной литературы	45
Приложение.....	48

Введение

Тропические циклоны (далее по тексту ТЦ) – опасные метеорологические явления, которые имеют первостепенное значение для прибрежных территорий и островных государств, находящихся в потенциальной зоне поражения. Подобные вихри и на сегодняшний день считаются малоизученным феноменом, хотя и часто повторяющимся. По имеющимся сведениям, с ТЦ связаны наиболее крупные ущербы для жизни людей и материальных ценностей. Негативные последствия их деятельности обуславливаются, прежде всего, непосредственным воздействием метеорологических факторов прохождения ТЦ, таких как атмосферное давление, ветер, осадки, температура. Не менее важное значение имеют сопутствующие факторы: повышение уровня морских волн, нагоны морских вод на побережья, речные паводки, селевые потоки, оползни, разрушение жилых домов и инженерных сооружений. Общие ущербы от ТЦ превышают ущербы от других опасных природных явлений, включая землетрясения. Это связано с частотой прохождения и энергетической мощностью рассматриваемых вихрей.

При изучении последствий деятельности ТЦ, необходимо принимать во внимание комплексный характер этих последствий. Кроме того, необходимо учитывать социально-экономическую освоенность регионов, где проявляется деятельность ТЦ. В этом отношении первостепенное значение имеют последствия для Южной и Юго-Восточной Азии, где особенно велика плотность населения. Российская Федерация не относится к числу стран, существенно страдающих от ТЦ. В наибольшей мере они влияют на Дальневосточный регион РФ. Там наблюдаются циклоны, представляющие собой трансформированные ТЦ. Тем не менее, исследования роли ТЦ в пределах РФ имеют научное и прикладное значение. Для российских ученых имеет интерес широкая постановка вопроса о влиянии ТЦ – вплоть до глобального масштаба. Это необходимо с позиций как научных знаний, так и понимания международных взаимодействий, вызванных проявлениями ТЦ.

В данной дипломной работе учитывается необходимость широкого комплексного подхода к изучению ТЦ, в том числе с климатологических позиций.

Актуальность исследований обоснован тем, что изучение условий возникновения и распределения тропических циклонов по территории, увеличит степень прогнозирования опасных явлений, позволит своевременно провести мероприятия по защите населения и отраслей народного хозяйства.

Объект исследования – тропические циклоны.

Предмет исследования – климатические особенности возникновения и распределения ТЦ.

Цель исследования – анализ глобального и регионального условий возникновения и распределения ТЦ.

Задачи исследования:

1. Охарактеризовать механизм развития ТЦ в связи с главными особенностями атмосферной циркуляции
2. Рассмотреть количество ТЦ в северо-западной части океана, вышедших к берегам Дальнего Востока России за 2017 год
3. Провести анализ климатологических условий появления ТЦ путем сравнения бассейнов зарождения ТЦ по океанам и полушариям
4. Рассмотреть систему мониторинга за возникновением и распространением ТЦ в различных регионах Мирового океана
5. Выявить в процентном соотношении выходы ТЦ на сушу из общего количества за 2006 год
6. Представить пример вероятностного прохождения циклона, приблизительно сравнимого с ТЦ на территории Краснодарского края

Структура работы представлена введением, тремя главами, заключением, списком использованной литературы, приложением.

В первой главе описываются общие представления о ТЦ как атмосферных вихрях, находящихся в системе общей циркуляции атмосферы.

Вторая глава содержит сравнительный анализ частоты возникновения

ТЦв Тихом, Индийском и Атлантическом океанах, по зонам широтности и по полушариям.

В третьей главе проводится описание системы мониторинга тропических циклонов в пределах Мирового океана и прибрежных территорий .

Информационно-методической базой для написания работы являются учебная литература, интернет-сайты и справочники по рассматриваемой теме. Данные тропических циклонов были заимствованы из различных сайтов интернета во время прохождения преддипломной практики.

Общий объем работы составляет 48 страниц. В ее рамках имеется 4 таблицы, и 34 рисунка. В списке литературы приведено 29 наименований.

Глава 1 Возникновение и жизненный цикл тропических циклонов

1.1 Общие сведения о тропических циклонах и стадиях их эволюции

Тропический циклон – атмосферный вихрь с пониженным атмосферным давлением и штормовыми скоростями ветра. В северном полушарии вращение воздуха происходит против часовой стрелки, а в южном – наоборот (рис. 1.1).

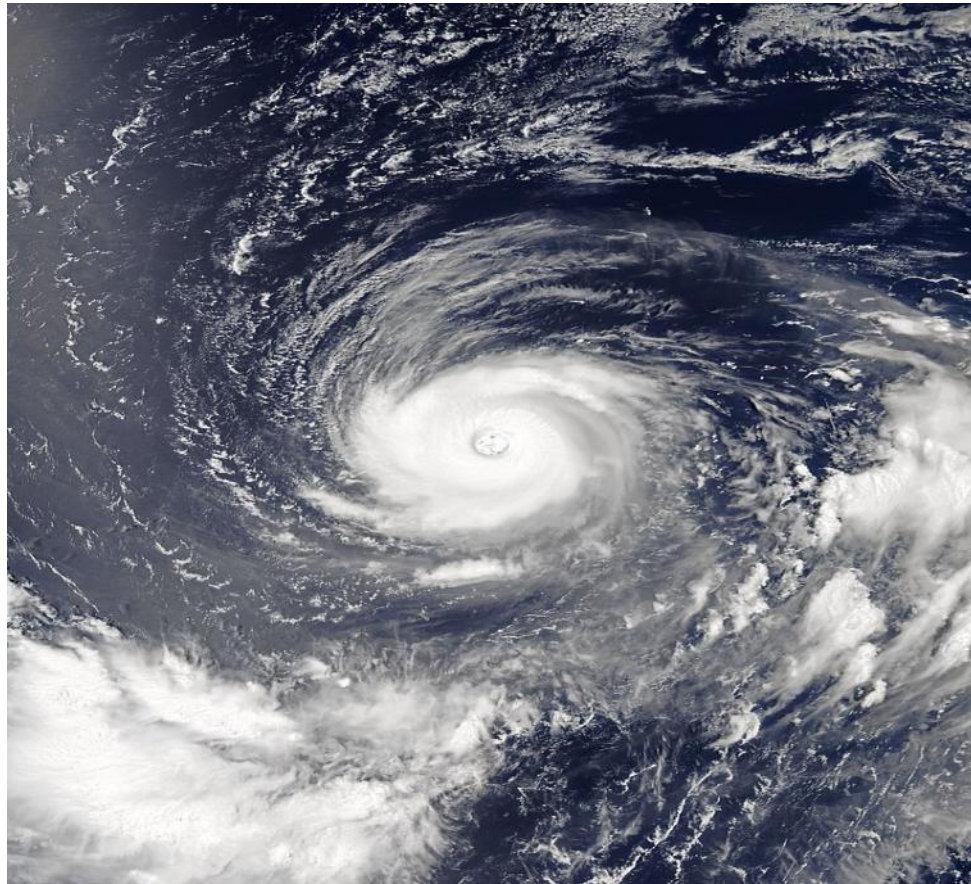


Рис. 1.1. Тропический циклон (тайфун) Нору по спутниковым наблюдениям 31 июля 2017 г. Северная часть Тихого океана, 22° 48' 0" N, 140° 0' 0" E [29]

Тропические циклоны отличаются от внетропических меньшими размерами (сотни километров в поперечнике). Давление в центре тропического циклона обычно составляет 950–980 мбар, в отдельных случаях – ниже 930 мбар. Для появления тропического циклона необходима большая энергия неустойчивости воздушной массы над морской или океанической

поверхностью. Как правило, температура поверхности воды на глубине до 50 метров должна быть не менее 26 С. Подъем теплого влажного воздуха над возникшим возмущением и конденсация водяного пара в его пределах – обязательное условие развития вихревой «ячейки» тропического циклона [22].

По С. П. Хромову и Л. И. Мамонтовой тропические циклоны возникают в областях, где внутритропическая зона конвергенции (ВЗК) в летнее полугодие существенно отодвигается от экватора [24, с. 492].

В **жизненном цикле** тропического циклона специалисты выделяют четыре стадии.

1. Стадия формирования начинается из ранее существовавшего возмущения. С появления первой замкнутой изобары происходит углубление депрессии, которое может продолжаться в течение нескольких суток. Однако углубление может носить «взрывной» характер, когда за 12 часов возникает хорошо сформированный глаз бури. На этой стадии ветер обычно не достигает ураганной силы. Давление в центре депрессии опускается до 990 гПа. Лишь около 10% тропических депрессий получает дальнейшее развитие до стадии циклона.

2. Стадия молодого циклона или стадия развития. Не все зарождающиеся тропические циклоны становятся опасными явлениями. Однако, если циклон интенсифицируется, то наблюдается интенсивное падение давления ниже 990 гПа. Ветры ураганной силы образуют вокруг центра циклона плотное кольцо радиусом 40 - 50 км, но вихрь еще не набирает средних размеров и «нормативной» энергии.

3. Стадия зрелости. Далее происходит падение давления в центре циклона, увеличение скоростей ветра до 30 и более м/с, возрастания интенсивности осадков. Стадия зрелости может продолжаться несколько дней, вплоть до недели. Область штормовых ветров и интенсивных ливней увеличивается в размерах. Диаметр вихря на стадии зрелости увеличивается от 60 - 70 км до сотен и даже тысячи километров. Структура зрелого тропического циклона показана на рис. 1.2.

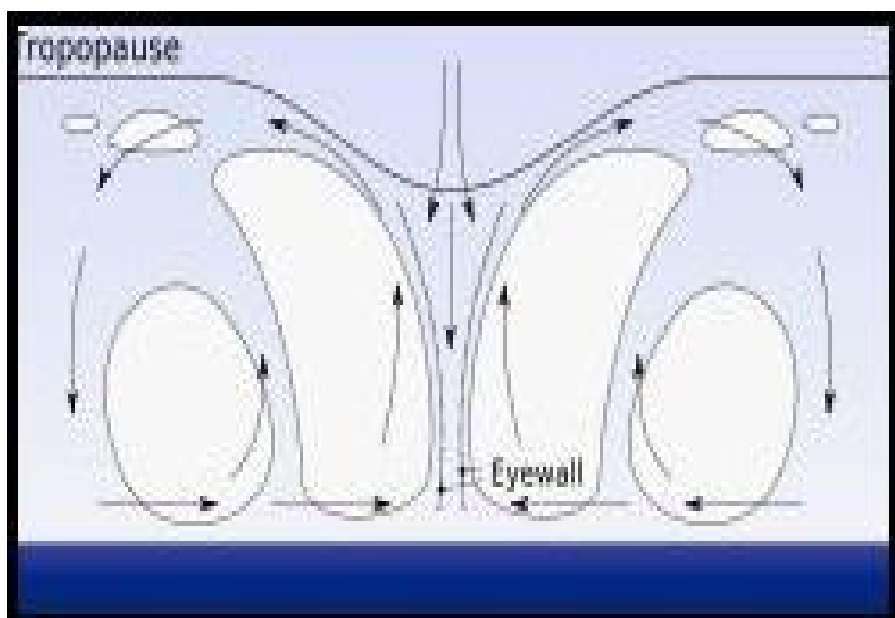


Рис. 1.2. Схема циркуляции воздуха в зрелом тропическом циклоне [8]

4. Стадия затухания. Начало заполнения циклона выражается в повышении давления в его центре. Затухание происходит при перемещении циклона в зону пониженных температур поверхности океанических вод или при переходе на сушу. Это связано с уменьшением притока энергии (тепла и влаги) с поверхности океана, а при выходе на сушу еще и с увеличением трения о подстилающую поверхность [18, с. 391].

После выхода в умеренные широты тропический циклон теряет свои специфические свойства и превращается в обычный циклон внетропических широт.

Случается и так, что тропические циклоны в стадии разрушения, оставаясь в тропиках, выходят на материк. Здесь они быстро заполняются, но при этом успевают произвести много разрушений.

Существует большое количество классификаций тропических циклонов, в основном по скорости ветра. Это связано с особенностями проявления тропических циклонов по отдельным бассейнам Мирового океана.

Во Всемирной метеорологической организации (ВМО) принято следующее разделение тропических циклонов по стадиям их развития (табл. 1.1).

Таблица 1.1

**Классификация тропических циклонов по стадиям эволюции, принятая
в ВМО [2]**

Стадия тропического циклона	Сокращенное обозначение	Скорость ветра в м/с
Тропическая депрессия	TD (Tropical depression)	15-17 м/с
Тропический шторм	TS (Tropical storm)	18-23 м/с
Сильный тропический шторм	STS (Strong tropical storm)	24-32 м/с
Тропический циклон	TC (Tropical cyclone)	Более 32 м/с
Тайфун	TY (Typhoon)	
Ураган	HR (Hurricane)	

В научной литературе, стадию тропической депрессии принято называть стадией зарождения ТЦ. Однако слово «зарождение» не следует абсолютизировать. Изначальный вихрь зачастую исчезает, не переходя в дальнейшие стадии тропического шторма.

1.2 Регионы зарождения, перемещения и угасания тропических циклонов

В различных регионах Мирового океана тропические циклоны называют по-разному. В Северной Атлантике и Мексиканском заливе это— ураганы; в западной и большинстве южных районов Тихого океана — тайфуны; на Филиппинах – багуйо или баруйо; в акватории у западного побережья Мексики – кордонасо; на севере Индийского океана — циклоны; на острове Гаити – тайно; в Австралии — вилли-вилли.

Тропические циклоны обычно возникают на расстоянии не менее 5 градусов широты (550 км) от экватора. На этой широте сила Кориолиса достаточна для отклонения ветра и появления атмосферного вихря. Максимальное их отклонение от экватора – около 30 градусов

широты (рис. 1.3).

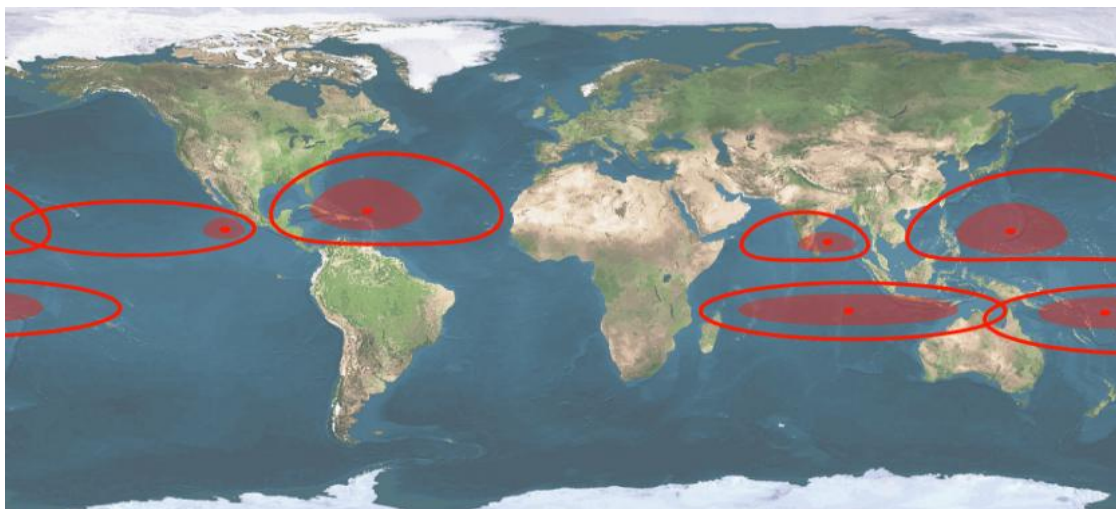


Рис. 1.3. Области зарождения и относительная повторяемость возникновения ТЦ за период с 1970 по 2011 гг. [2]

Центры маленьких кружков здесь являются математическими ожиданиями географических координат зарождения ТЦ в регионе. Повторяемость циклонов там – наибольшая. Закрашенные эллипсы вокруг кружков соответствуют среднеквадратическим отклонениям координат от центра. Внешние овалы проведены через максимально удалённые от центра начальные координаты ТЦ, их возникновения там – наименее частые.

В Мировом океане традиционно существует выделение различных регионов зарождения тропических циклонов. В Северном полушарии оно следующее:

- Северо-запад Тихого океана (I регион)
- Северо-восток Тихого океана (II регион)
- Атлантический океан (III регион)
- Север Индийского океана (IV регион).

В Южном полушарии выделяют следующие регионы:

- Юг Индийского океана (V регион)
- Юг Тихого океана (VI регион)

Юг Атлантического океана не относится к числу официально признанных

регионов. Однако здесь изредка фиксируется возникновение тропических циклонов. Тропическими циклонами штормовой силы в этом районе были циклон Катарина, вышедший на сушу в Бразилии в 2004 году, и тропический шторм Анита, вышедший там же в 2010 году [2].

Во всех областях проявления ТЦ имеет место, как правило, перемещение вихрей к средним широтам. Далее происходит затухание вихрей, которое рассматривается в следующем параграфе данной работы.

1.3 Крупномасштабные метеорологические и климатические условия формирования тропических циклонов

Тропические циклоны являются элементом общей циркуляции атмосферы. Учитывая это, рассмотрим принятую в настоящее время трех-ячеистую структуру общей циркуляции, которая включает ячейки Гадлея и Ферреля. В соответствии с ней, над однородной подстилающей поверхностью должны образоваться три пояса экстремального давления. Весьма схематично они показаны на рис. 1.4. Кратко охарактеризуем его.

1. Экваториальный пояс пониженного давления, называемый **экваториальной ложбиной**. В этой области сходятся ветровые системы (преимущественно пассаты) Северного и Южного полушарий. Ее принято называть также **зоной внутритропической конвергенции (ВЗК)**. Отметим, что области пассатов – это области тропического климата земного шара.

2. **Субтропический пояс повышенного давления**. Он образуется вблизи параллелей с широтой 30 градусов вследствие опускания воздуха в экваториальной ячейке Гадлея. Этот пояс часто называют «субтропическими максимумами» и, иногда, «конскими широтами». Для него характерны штили, при которых образуются туманы (ночью) и дымка(днём). Здесь воздух опускается вниз и растекается в более высокие и низкие широты. Образуются пассаты – с одной стороны, и западные ветры умеренного пояса – с другой. Расположение пассатов, как уже говорилось, влияет на образование

тропических циклонов. Рассматриваемый пояс не является непрерывным, поскольку включает несколько субтропических антициклонов, то есть зон повышенного давления.

Циркуляция атмосферы



Рис. 1.4. Воздушные течения в тропосфере земного шара, атмосферное давление и зоны осадков [17]

3. Умеренный пояс пониженного давления. Здесь преобладают западные ветры умеренных широт. В этом поясе происходит перемещение подвижных циклонов и антициклонов с запада на восток. Со стороны высоких широт рассматриваемый пояс ограничивается арктической областью повышенного давления.

Обстоятельное изображение отмеченных выше циркуляционных ячеек представлено в правой части рис. 1.5.

В левой части рассмотренного рисунка показана циркуляция атмосферы в условиях «неподвижной» Земли – не подверженной вращению вокруг своей оси и действию силы Кориолиса.



Рис. 1.5. Схема воздушных течений у поверхности земли [17]

Поскольку общая циркуляция атмосферы развивается над неоднородной земной поверхностью, а приток солнечной энергии (радиации) имеет сезонные изменения, то поле давления и ветровые пояса реальной циркуляции существенно отличаются от описанной выше идеальной картины. Циркуляция усложняется также влиянием расположения океанов, континентов и горных хребтов. Роль всех отмеченных факторов отображается на климатических картах центров действия атмосферы, показанных в работах многих авторов, в том числе Русина И.Н. и Арапова П.П. [19, с. 138].

Тропические циклоны, характерные для ячейки Гадлея, относятся к сравнительно сложным и не вполне изученным метеорологическим явлениям. Различных сведений об этих циклонах, в том числе умозрительных, – весьма много. Рассмотрим некоторые наиболее распространенные теории (скорее гипотезы) возникновения ТЦ.

Согласно **фронтальной теории**, возникновение ТЦ объясняется взаимодействием воздушных масс Северного и Южного полушарий на тропическом фронте, в зоне встречи пассатов. Здесь вследствие интенсивного нагрева поверхности океана наблюдается значительный контраст температур нижних и верхних слоев атмосферы. При этом возникает неустойчивость воздушных масс с мощными конвективными движениями. Этот фронт называется «внутритропическая зона конвергенции» [16, с. 28].

В **волновой теории** зарождения ТЦ постулируется решающее значение длинных (до 2000 км) восточных волн атмосферного давления. Согласно разработкам Россби, эти волны перемещаются с востока на запад, теряют свою устойчивость и превращаются в тропические депрессии. На следующем этапе развития они приобретают характеристики тропических штормов [28].

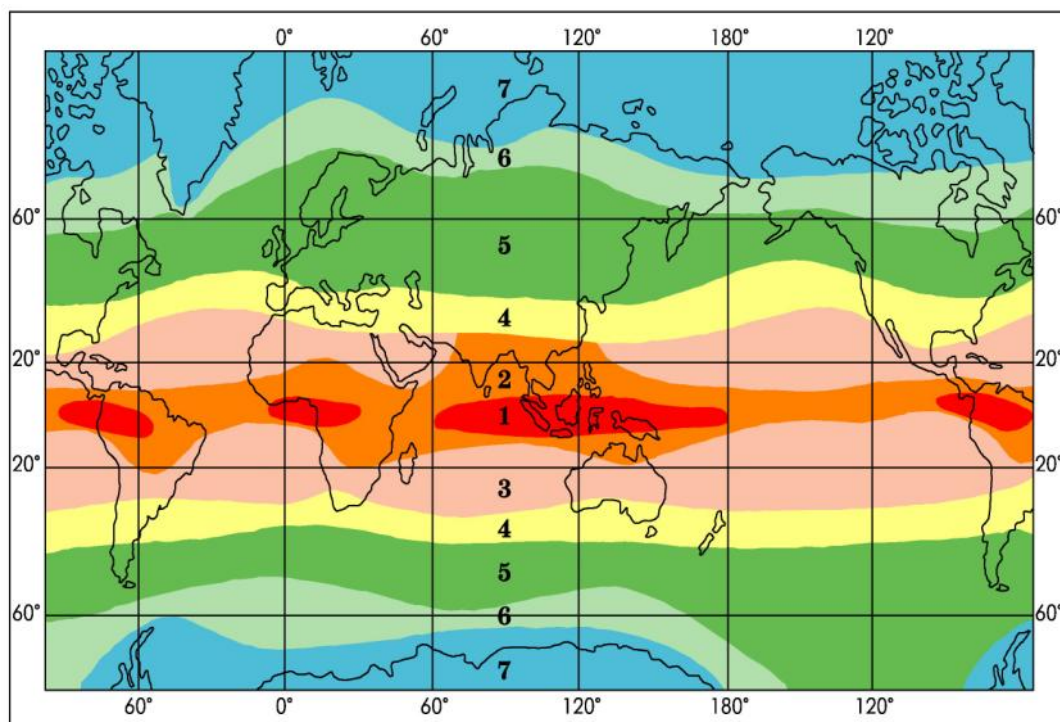
Тропические циклоны могут возникать и поддерживать свою силу только над поверхностью крупных морей, тогда как над сушей они быстро теряют силу. Много тропических циклонов образуется при благоприятных условиях из слабых атмосферных волн. В гипотетическом плане, постулируется возникновение ТЦ в связи с Эль-Ниньо и Североатлантической осцилляцией. После момента образования тропические циклоны движутся под действием преобладающих ветров. Если условия остаются благоприятными, циклон набирает силу и образует характерную вихревую структуру с глазом в центре. Если же условия неблагоприятны или если циклон смещается на сушу, он довольно быстро теряет силу и размывается.

Циркуляционные условия возникновения и эволюции ТЦ определенным образом связаны с существованием глобальных климатических поясов и зон. Из термина «тропические циклоны» следует, что генетически ТЦ встроены в зону тропического климата. Однако эту «встроенность» не следует воспринимать прямолинейно и однозначно.

При критическом анализе данного вопроса оказывается, что зарождение и главные стадии развития ТЦ приурочены не к тропическим поясам, а субэкваториальным зонам. Доказательства приведены в следующих разделах данной работы. В настоящем параграфе мы начнем аргументацию, опираясь непосредственным образом на климатическую карту мира Б.П. Алисова (рис. 1.6).

В северо-западной части Тихого океана тропическая зона выклинивается (полностью исчезает), не доходя до Филиппинского моря. Соответственно, отсутствует в нем, а также в Южно-Китайском и Желтом морях, на юго-восточной окраине Азии. Кроме того, она отсутствует в северной половине

Индийского океана и Южной Азии.



Климатические зоны Земли по Б. П. Алисову: 1 — экваториальная; 2 — субэкваториальная; 3 — тропическая; 4 — субтропическая; 5 — умеренная; 6 — субполярная; 7 — полярная

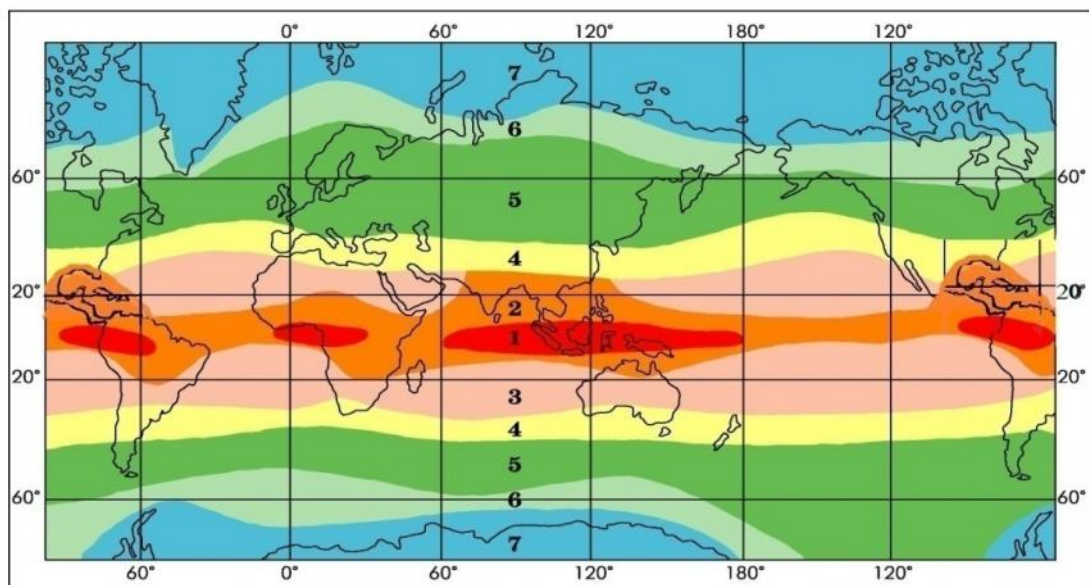
Рис. 1.6. Карта климатических поясов и зон по Б.П. Алисову [25]

Рассматривая Б.П. Алисова, обратим внимание еще на один факт: в южной Атлантике тропическая зона весьма развита, но тропические циклоны там почти не возникают.

На схемах траекторий тропических циклонов, как будет показано далее, южная Атлантика – пустое место.

В отмеченном районе тропическая зона выклинивается точно также, как в северо-западной части Тихого океана (рис. 1.7). Именно в данном районе имеет место повышенная повторяемость ТЦ.

Имеется, однако, еще один интересный факт, выявленный в публикации С.Я. Сергина и Р.В. Земцова (приложение). Опираясь на расчёты индекса годового распределения осадков, эти авторы показали, что в северо-западной Атлантике субэкваториальная зона далеко внедряется к северу и «обрезает» там тропическую зону.



Климатические зоны Земли по Б. П. Алисову: 1 — экваториальная; 2 — субэкваториальная; 3 — тропическая; 4 — субтропическая; 5 — умеренная; 6 — субполярная; 7 — полярная

**Рис. 1.7. Карта климатических поясов и зон Б. П. Алисова,
корректированная по данным С. Я. Сергина и Р. В. Земцова [20, с. 129]**

Отмеченные выше факты не нашли должного внимания и понимания в климатологии. Дальнейшая климатологическая аргументация причин наблюдающегося распределения ТЦ проводится.

Глава 2 Проявления тропических циклонов в субэкваториальных и тропических зонах земного шара

2.1 Тропические циклоны в бассейнах Тихого океана

В параграфе 1.2 представлены общие сведения о распространении ТЦ в пределах Мирового океана и прилегающих береговых областях материков. В данной главе проведем анализ данных за разные годы по акваториям Тихого, Индийского и Атлантического океанов.

Основное внимание уделим рассмотрению карт мест зарождения и траекторий ТЦ, а также графикам повторяемости ТЦ в различные годы. Обстоятельная информация за период 1970 – 2018 гг имеется на сайтах Росгидромета и НИЦ «Планета». Она является основой для данной главы. Имеющиеся обширные сведения мы можем представить только фрагментарно, за отдельные годы.

Чтобы рассмотреть глобальную картину распределения ТЦ, мы построили графики годовой их повторяемости по бассейнам Тихого, Индийского и Атлантического океанов в 2001-2018 годах (рис. 2.1 и рис. 2.2). Этот период избран потому, что данные получены примерно по одинаковой методике. Более ранние данные, вплоть до 1970 года, отличаются по методике их получения.

Оказывается, преобладающая часть ТЦ возникает в бассейне Тихого океана. Одна из главных причин – большие размеры акватории Тихого океана. Его акватория примерно равна суммарной акватории Индийского и Атлантического океанов.

В такой же пропорции распределяется число ТЦ.

Рассматриваемые данные интересны и в том отношении, что за период 2001-2018 годы не имеется какой-либо закономерной тенденции увеличения или уменьшения количества ТЦ. Очевидно только то, что имеются значительные межгодовые изменения (колебания) числа ТЦ над всеми океанами.

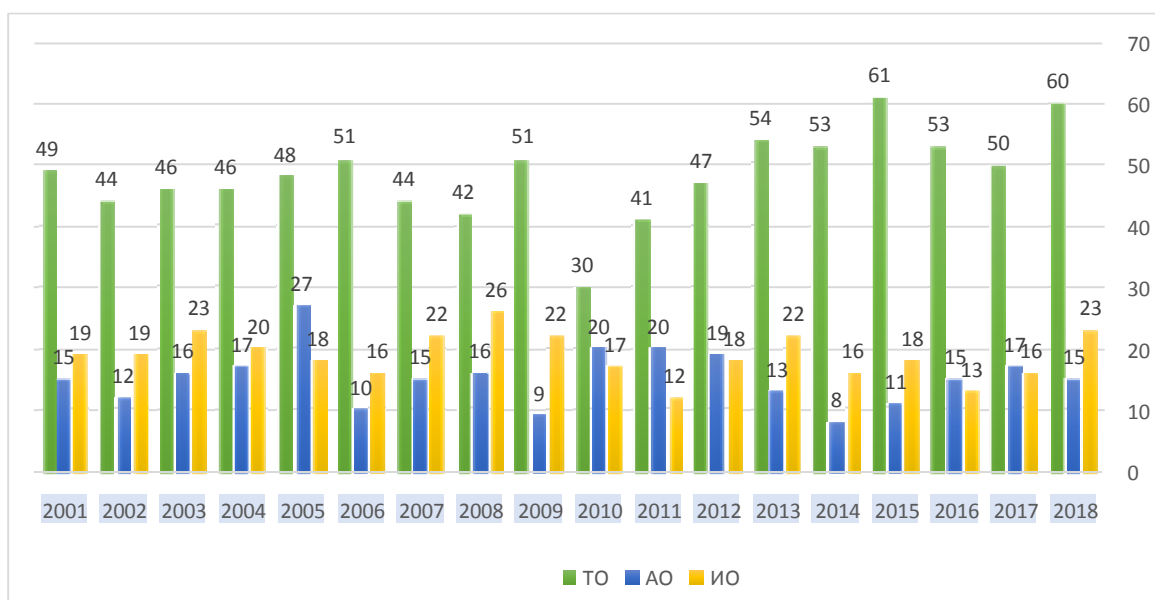


Рис. 2.1. Гистограмма числа циклонов в Тихом, Индийском и Атлантическом океанах по годам в период 2001 -2018 годы¹

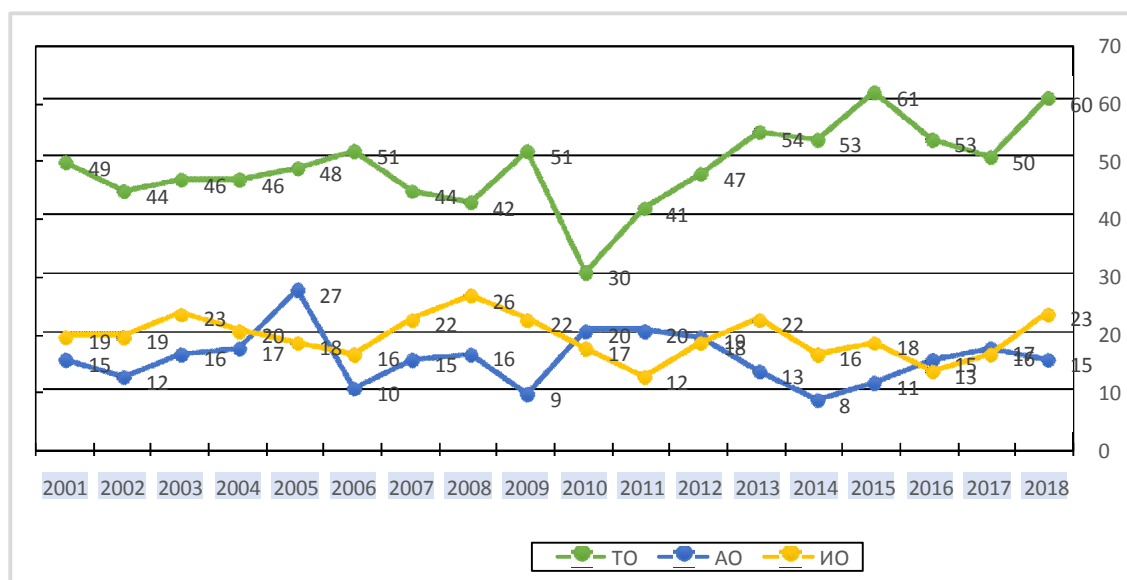


Рис. 2.2. График годовых значений числа циклонов в Тихом, Индийском и Атлантическом океанах по годам в период 2001 -2018 годы²

Для детального обзора районов зарождения и перемещения ТЦ используем данные по 2017 и 2006 годам, когда повторяемость циклонов не

¹Рисунок получен автором в ходе исследования

²То же

сильно отличалась от средних многолетних данных. Прежде всего, рассмотрим проявления ТЦ в различных частях Тихого океана (бассейнах по терминологии организаций, проводящих мониторинг за ТЦ).

В 2017 году северо-западном бассейне Тихого океана (рис. 2.3) возникло 27 тропических циклонов (при норме 25,6). Наиболее активный месяц сезона – июль. В этот период количество ТЦ в два раза превысило норму за те же месяцы прошлых лет. Однако отмечается, что в среднем ТЦ были слабее, чем обычно. Самым интенсивным в сезоне стал тайфун «Нору»: 31 июля давление в его центре понижалось до 930 гПа, ветер усиливался до 55 м/с, в порывах – до 75 м/с.

Тропические циклоны почти весь сезон формировались в пределах 20 градусов северной широты и располагались в районе Филиппинских островов. Здесь и в Южно-Китайском море возникло подавляющее число ТЦ (рис. 2.4). Несколько интенсивных циклонов сформировалось на акваториях, близких к центральным районам Тихого океана. Это было связано со смещением к востоку гавайского антициклона и понижением фона приземного давления. В течение всего сезона температура воды в западной половине Тихого океана оставалась высокой и благоприятствовала тропическому циклогенезу.

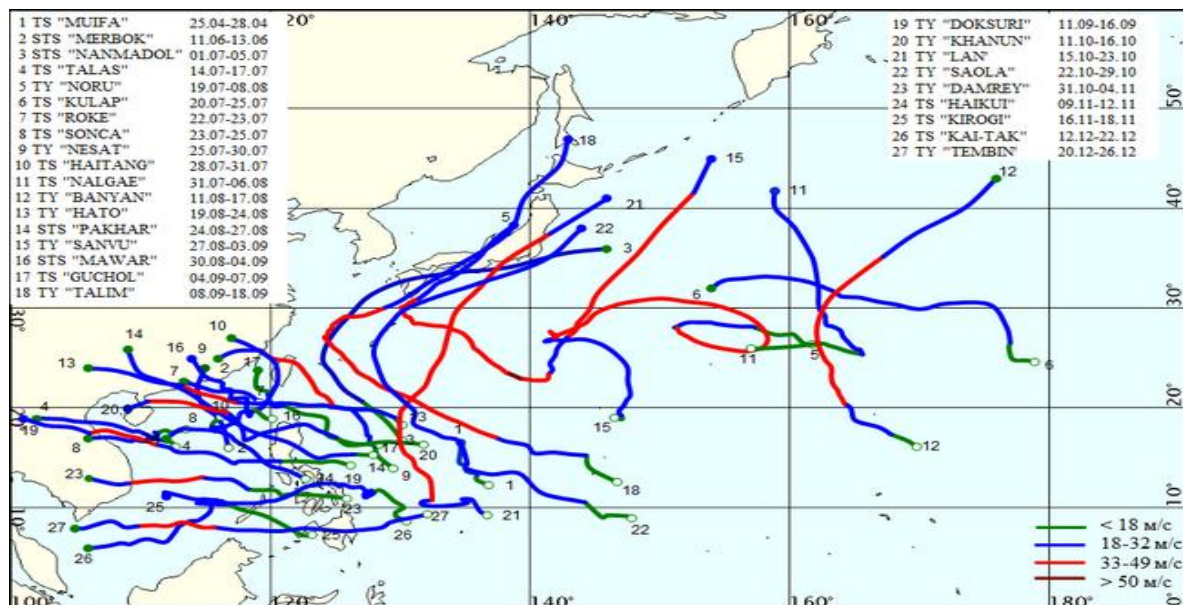


Рис. 2.3. Траектории тропических циклонов в северо-западной части Тихого океана в 2017 г [1]

Из рассмотрения карты на рис. 2.3 следует, что районы зарождения почти всех ТЦ располагались в субэкваториальной климатической зоне. Это касается 24х вихрей из 27. Только 3 ТЦ возникли в тропической зоне.

На Дальний Восток России в 2017 году оказывали влияние 4 экс-тропических циклона. Их траектории показаны на рис. 2.4.

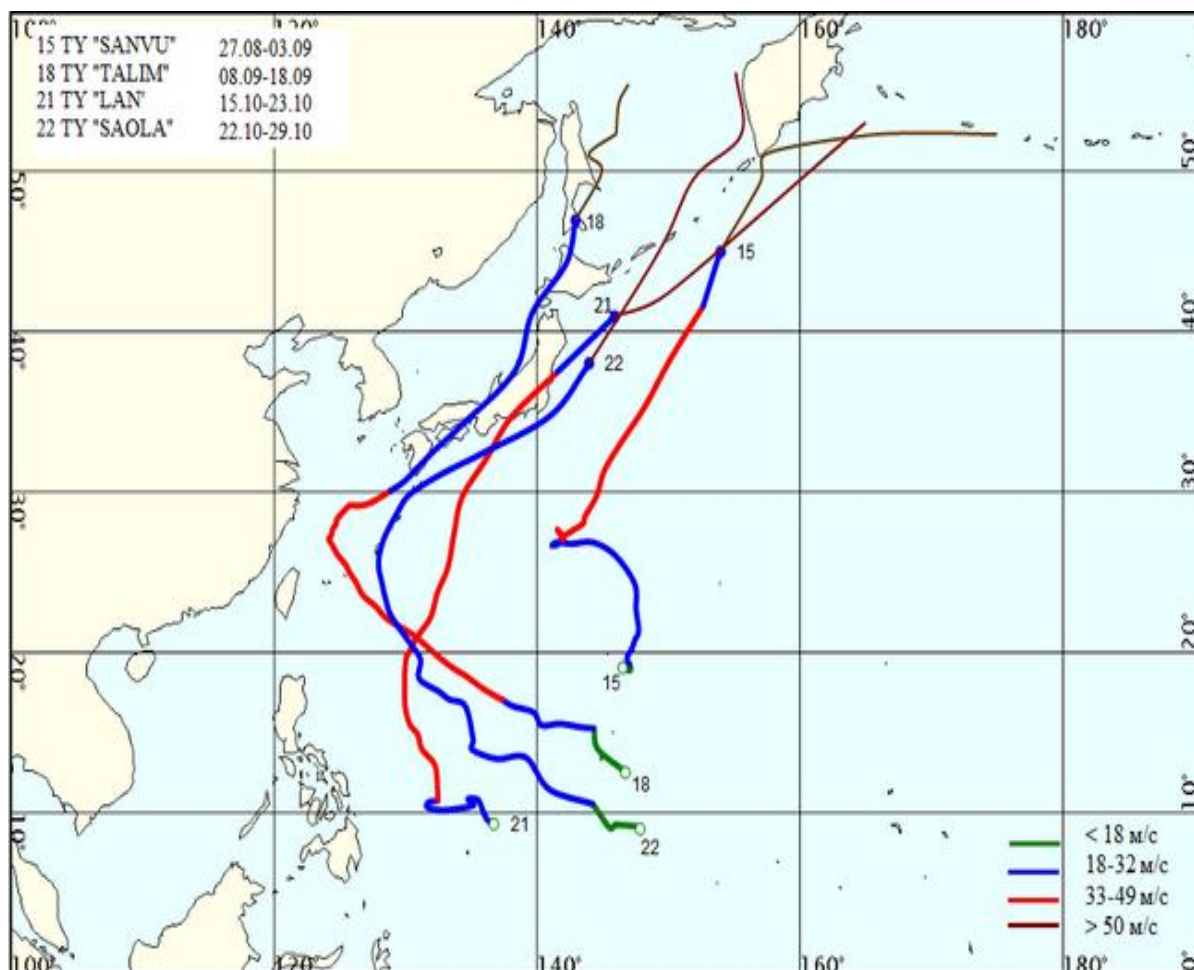


Рис. 2.4. Траектории экс-тропических циклонов, оказывавших влияние на Дальний Восток России [3]

В северо-восточной части Тихого океана в сезоне 2017 г. возникло 18 тропических циклонов (при норме 16,2). Из них 9 ТЦ стали ураганами, в том числе очень сильными, со скоростью ветра более 50 м/с. Распределение циклонов внутри сезона было вполне обычным (рис. 2.5). В этом бассейне из 18 ТЦ в субэкваториальной зоне зародились 5 вихрей, а остальные в южной части тропической зоны (рис. 2.6).

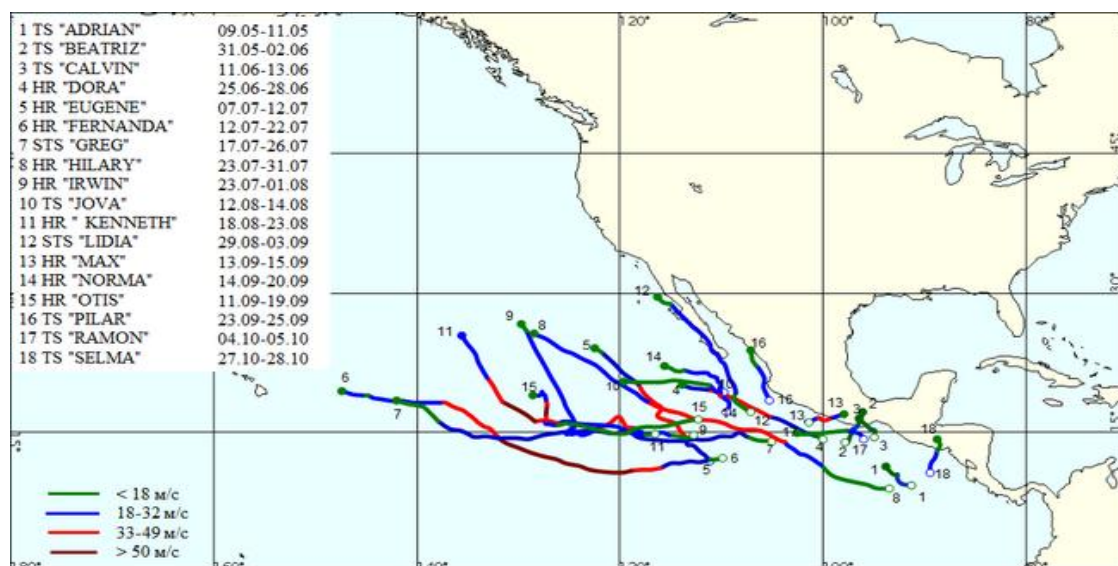


Рис. 2.5. Траектории тропических циклонов в северо -восточной части Тихого океана в 2017 году [1]

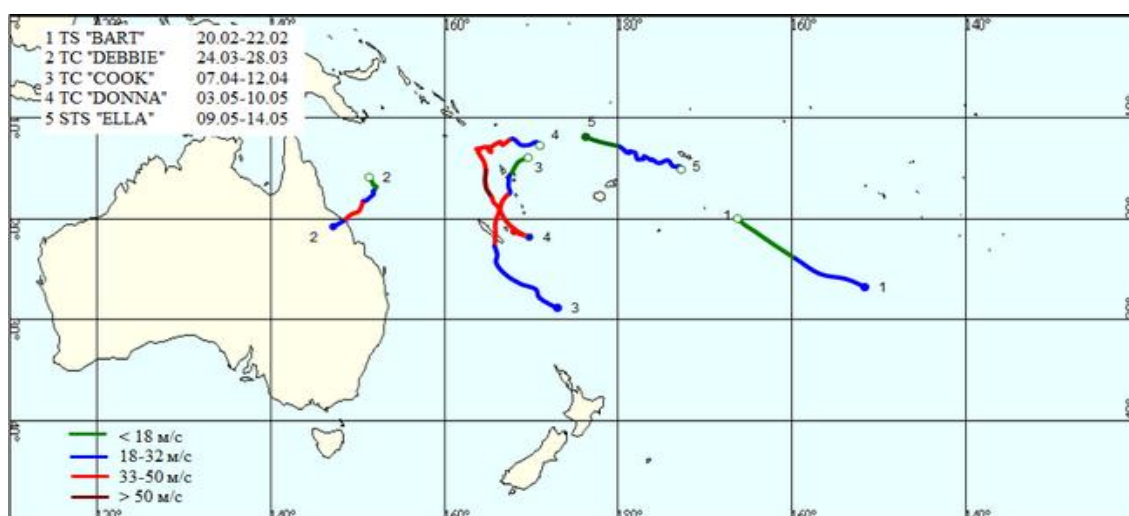


Рис. 2.6. Траектории тропических циклонов в южной части Тихого океана в 2017 году [1]

Если просуммировать число ТЦ по всему Тихому океану, то оказывается, что общее их количество за 2017 год составило 50 единиц. Из них 34 вихря зародилось в субэкваториальной зоне и 16 вихрей - в южной части тропической зоны.

Аналогичный анализ проведем по данным за 2006 год, которые представлены на рис. 2.7-2.9.

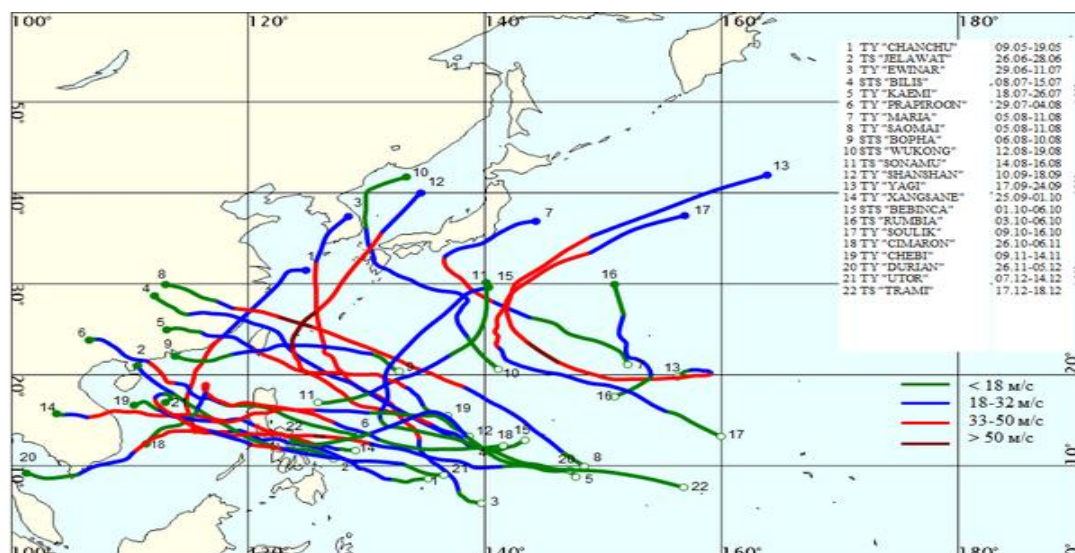


Рис. 2.7. Траектории тропических циклонов на северо-западе Тихого океана в 2006 году [1]

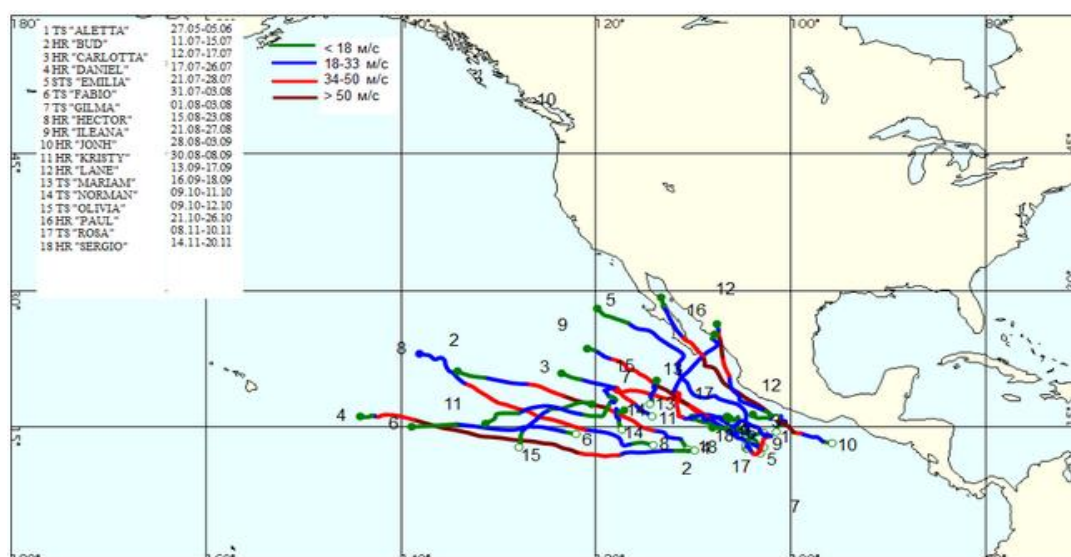


Рис. 2.8. Траектории тропических циклонов на северо-востоке Тихого океана в 2006 году [1]

В соответствии с этими данными, местом преобладающего зарождения ТЦ была субэкваториальная зона. В северо-западной части океана только 4 циклона из 22 возникли в тропическом поясе (за номерами 7, 10, 13, 16). В северо-восточной части океана 3 циклона из 18 возникли в тропиках (за номерами 11, 13, 14). В южной части океана 3 циклона из 10 возникли в

тропиках (за номерами 1, 2, 4).

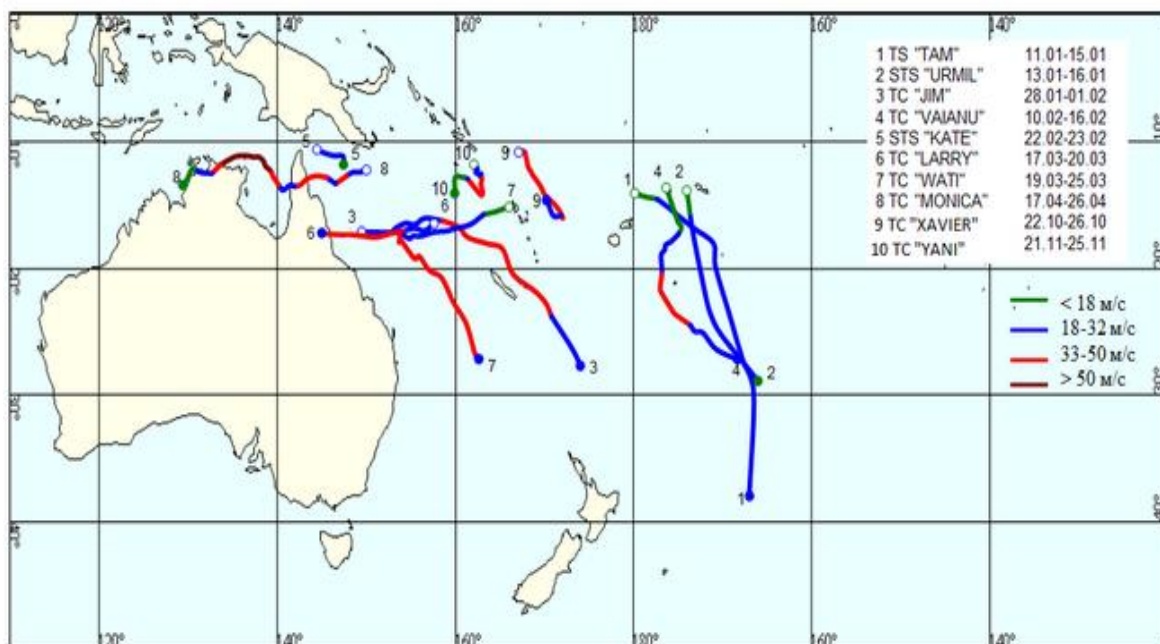


Рис. 2.9. Траектории тропических циклонов на юге Тихого океана в 2006 году [1]

Если просуммировать данные по всему океану, то оказывается, что в субэкваториальной зоне зародилось 40 циклонов из 50. Остальные 10 циклонов возникли в тропиках. Это распределение отличается от распределения в 2017 году еще более активной ролью субэкваториальной зоны. Данные по остальным годам периода 2001-2018 гг. приблизительно такие же. В целом, если опираться на фактические данные, тропические циклоны следовало бы называть субэкваториальными. Далее проверим это утверждение на Индийском и Атлантическом океанах.

2.2 ТЦ в бассейнах Индийского океана

Согласно данным, показанным на гистограммах рис. 2.1 и графиках рис. 2.2, в пределах Индийского океана вполне представительны данные за 2017 и 2006 годы. Карты распределения траекторий ТЦ в 2017 году показаны на рис. 2.10 и рис. 2.11.

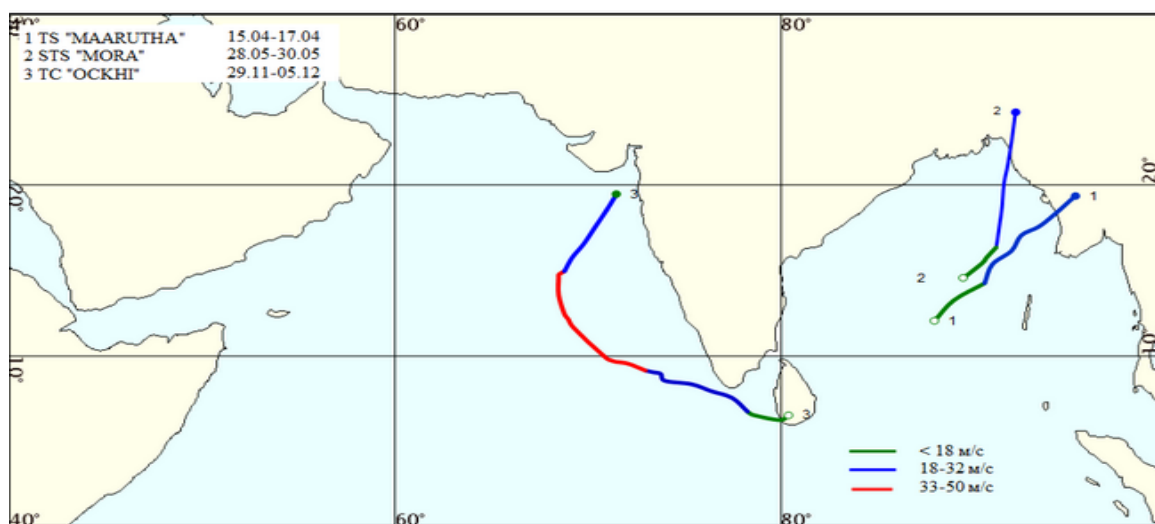


Рис. 2.10. Траектории тропических циклонов на севере Индийского океана в 2017 году [1]

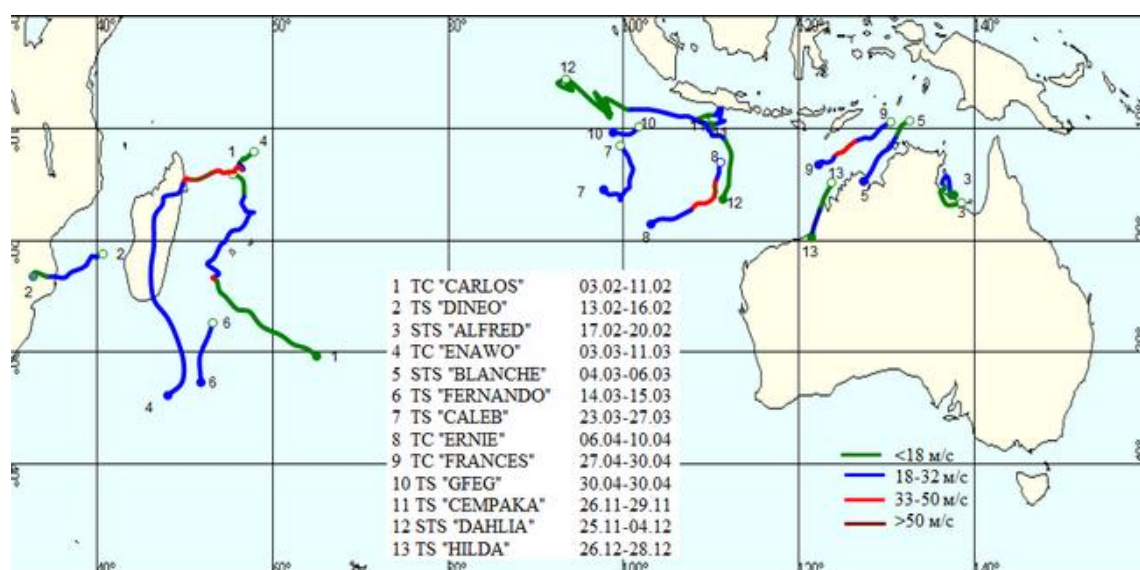


Рис. 2.11. Траектории тропических циклонов в южной части Индийского океана в 2017 году [1]

Оказывается, что в северной части океана все ТЦ (3 из 3х) зародились и перемещались в субэкваториальной зоне. В южной части океана из общего числа ТЦ равного 13, только 2 вихря зародились в тропиках (2 и 6). В целом по океану в 2017 году из 16 ТЦ на субэкваториальную зону приходилось 14 вихрей (по зарождению), а на тропическую – 2 вихря.

Данные за 2006 год показаны на рис. 2.12 и рис. 2.13.

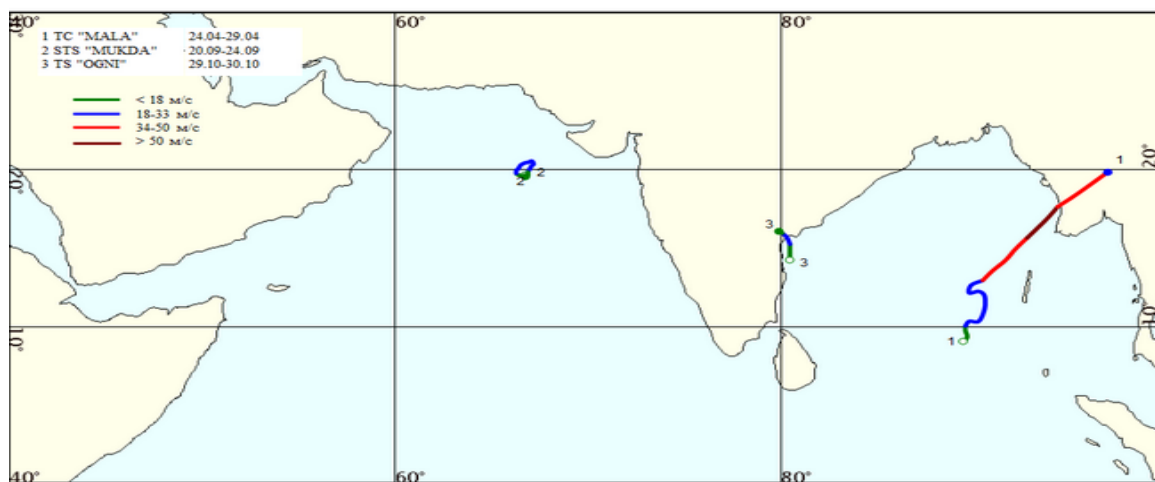


Рис. 2.12. Траектории тропических циклонов на севере Индийского океана в 2006 году [1]

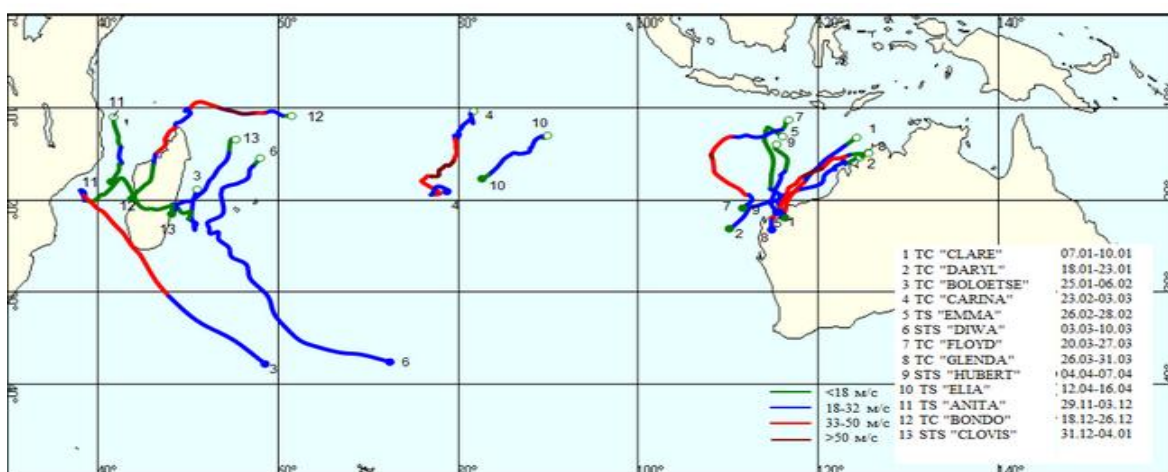


Рис. 2.13. Траектории тропических циклонов на юге Индийского океана в 2006 году [1]

В 2006 году в северной части Индийского океана все ТЦ были субэкваториальными, а в южной – 12 из 13-ти. В целом по океану субэкваториальными были 15 вихрей, а тропическими – один вихрь.

Таким образом, в Индийском океане, как и в Тихом, более корректным названием циклонов является не «тропические», а «низкоширотные». Из общего числа ТЦ равного 32, субэкваториальными были, по возникновению, 29 вихрей.

2.3 ТЦ в бассейнах Атлантического океана и статистика ТЦ по полушариям

Данные об областях зарождения и распространения ТЦ в Атлантике в 2017 году представлены на рис. 2.14. Они касаются только северной Атлантики, поскольку в южной Атлантике не зафиксировано ни одного ТЦ.

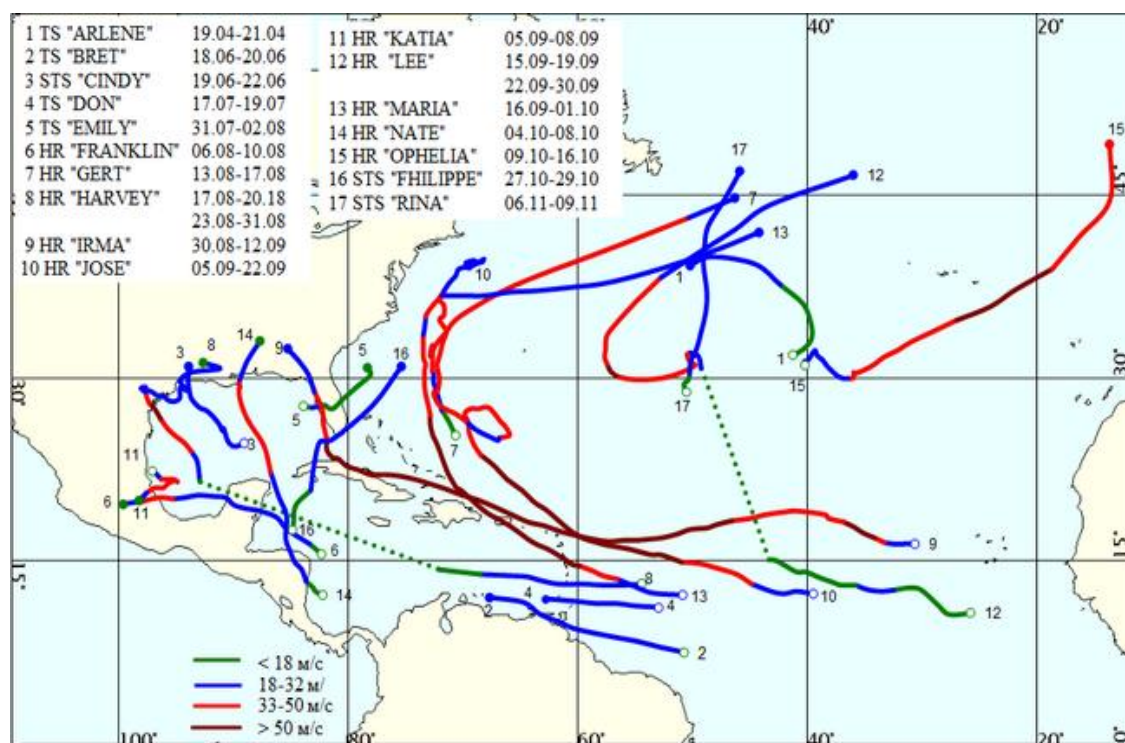


Рис. 2.14. Траектории тропических циклонов в Атлантическом океане в 2017 году [1]

Из сравнения этой схемы с климатологической картой мира следует, что преобладающая часть ТЦ зародилась в субэкваториальной зоне. На их долю приходится 14 вихрей, а на тропическую – 3 вихря. Данные по 2006 году показаны на рис. 2.15 и 2.16

По данным рисунков установлено, что 7 из 9 ТЦ в 2006 году в северной Атлантике возникли в субэкваториальной зоне, а 2 в тропической.

В южной Атлантике наблюдался только один циклон, который следует относить к тропической зоне. В целом по Атлантике субэкваториальными были 7 вихрей, а тропическими – 3 вихря. Следовательно, анализ общей картины

зарождения вихрей двух периодов (2017 и 2006гг) в большей степени оказались идентичными.

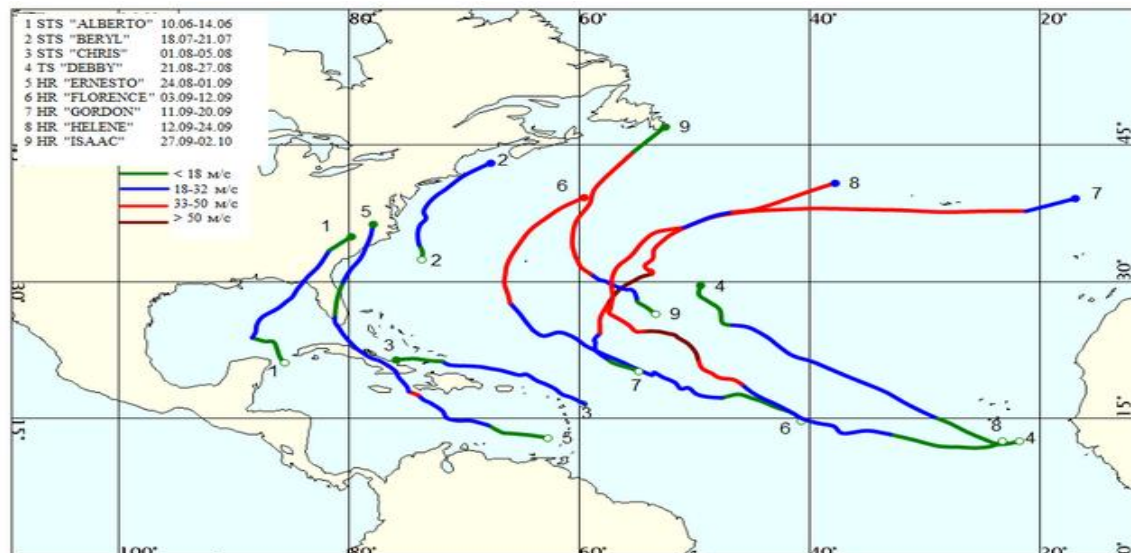


Рис. 2.15. Траектории тропических циклонов в Атлантике в 2006 году [1]

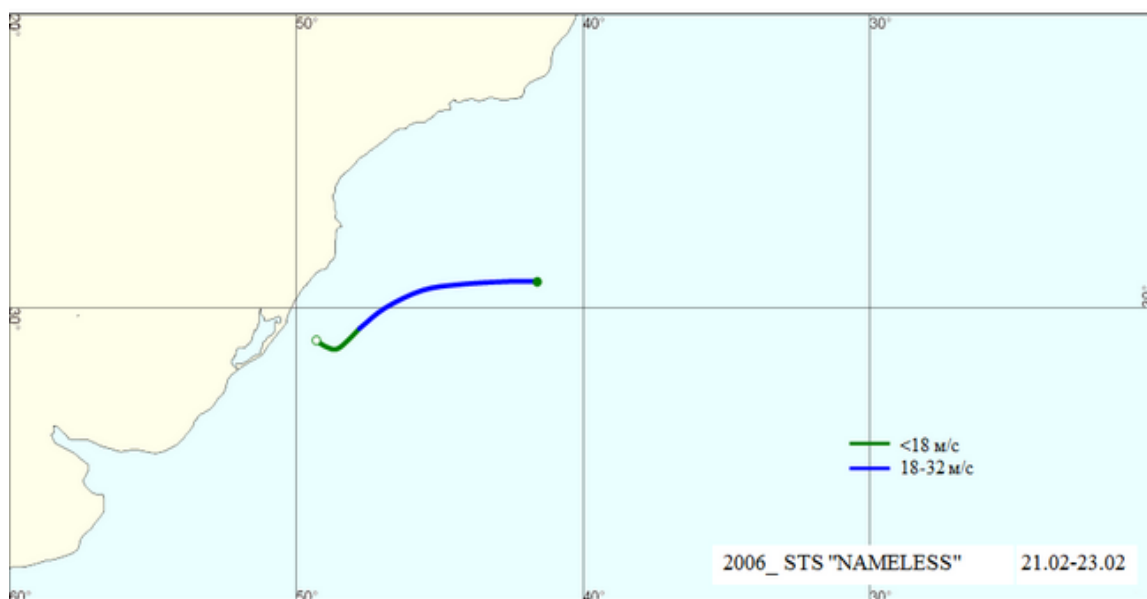


Рис. 2.16. Тропический циклон на юге Атлантического океана в 2006 году [1]

На основе представленных данных составлена таблица распределения ТЦ по океанам с выделением субэкваториальной и тропической зон их зарождения (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Число ТЦ в Тихом, Индийском, Атланти ческом и Мировом океанах за 2017 и 2006 годы, возникших в субэкваториальной и тропической зонах ³

Суммарное число ТЦ	Океаны			
	Тихий	Индийский	Атлантический	Мировой
Общее количество	100	32	27	159
Субэкваториальная зона	74	29	21	124
Тропическая зона	26	3	6	35

Учитывая максимально приближенные значения условий возникновения ТЦ 2017 и 2006 годов, опираясь на фактические данные можно констатировать преобладающее субэкваториальное возникновение ТЦ. Ввиду этого, с достаточным основанием полагаем возможность применить к нему термин «низкоширотные циклоны» с аббревиатурой НЦ.

Поскольку данная работа отражает климатологические условия низкоширотного циклогенеза, сопоставим данные о повторяемости НЦ с данными о температурах поверхностных вод Мирового океана.

Показатели температуры поверхностных вод июля, представлены на рис. 2.17, которые использованы для анализа низкоширотного циклогенеза в северном полушарии.

Согласно этой карте, области с наиболее высокой температурой поверхностных вод (более 27,6 °С) практически в точности совпадают с областями низкоширотного циклогенеза (НЦ) в северном полушарии.

Судя по данным, пик активности НЦ приходится на северо-западную часть Тихого океана, север Индийского океана и северо-западную часть Атлантики. Если подобные сопоставления провести для января, то мы получим объяснение большой повторяемости НЦ в южной части Индийского океана и их отсутствия в южной Атлантике.

³ Таблица получена автором в ходе исследования

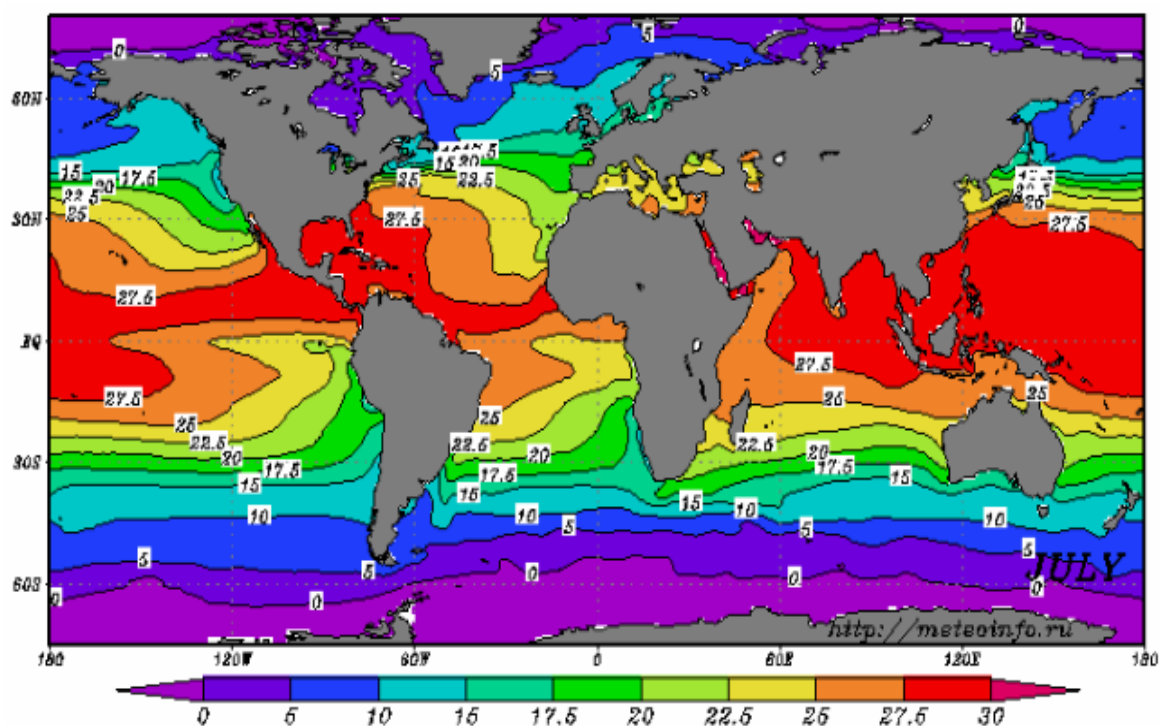


Рис. 2.17. Средняя многолетняя температура поверхностных вод Мирового океана в июле [23]

Положение термического экватора на земном шаре более всего связано с распределением наиболее теплых поверхностных океанических вод, имеющих температуру около 28 °С. Термический экватор находится севернее истинного (географического) экватора. Этот факт вполне объясняет преобладание НЦв северном полушарии (табл. 2.2).

Таблица 2.2

Количество НЦ по полушариям за 2017 и за 2006 годы, средняя температура полушарий и положение термического экватора⁴

Полушарие	Количество НЦ	Средняя температура, °С	Положение термического экватора
Северное	122	15,0	5°- 10° с. ш.
Южное	37	13,5	-

⁴ Таблица получена автором в ходе исследования

Здесь вполне проявляется связь НЦ с глобальным термическим полем и положением термического экватора. Согласно табл. 2.2, если средняя глобальная температура повышается (как это происходит в современную эпоху), то количество НЦ также должно увеличиваться.

Глава 3 Мониторинг тропических циклонов в пределах Мирового океана и прибрежных территорий

3.1 Глобальная система наблюдений за тропическими циклонами

В мировой практике для наблюдений за тропическими циклонами акватории океанов и береговые области прилегающих континентов поделены на бассейны. Имеется территориальная организация ответственности за наблюдениями и регистрации тропических циклонов. В рамках этой организации океанические и береговые области поделены на бассейны, схематично показанные на рис. 3.1.

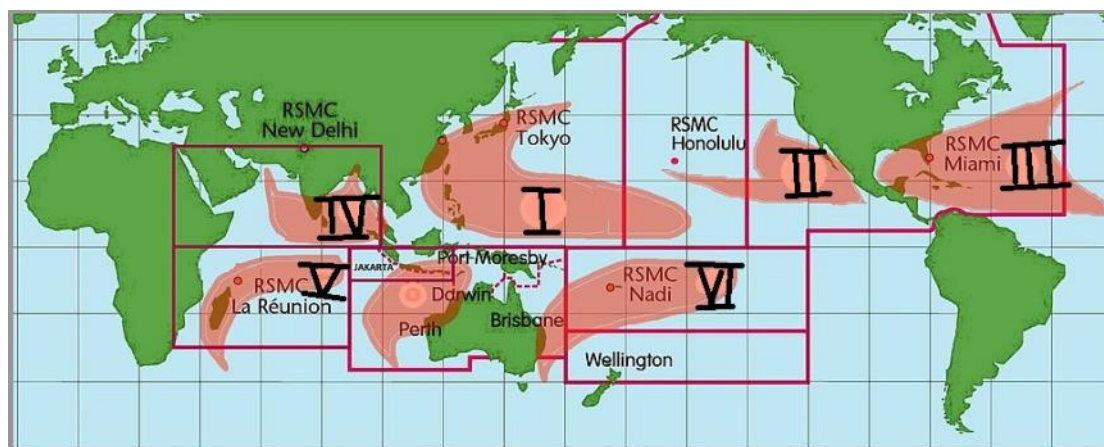


Рис. 3.1. Схема разделения бассейнов на ответственные организации по мониторингу за ТЦ [26]

Названия бассейнов и ответственных организаций перечислены ниже.

- Бассейн Североатлантический – Национальный ураганный центр (США)
- Бассейн Северо-восточный тихоокеанский – Национальный ураганный центр (США); Центрально-тихоокеанский ураганный центр (США)
- Бассейн Северо-западный тихоокеанский – Японское метеорологическое агентство
- Бассейн Северо-индийскоокеанский – Индийский метеорологический департамент
- Бассейн Юго-западный индийскоокеанский – Метео-Франс

Бассейн Юго-тихоокеанский – Метеорологическая служба Фиджи; Метеорологическая служба Новой Зеландии (центр предупреждения о тайфунах); Национальная погодная служба Папуа – Новой Гвинеи (центр предупреждения о тайфунах); Бюро метеорологии (Австралия)

Бассейн Юго-восточный индийскоокеанский – Бюро метеорологии (Австралия) с центрами предупреждения о тайфунах; Индонезийское метеорологическое агентство.

Представим дополнительную информацию о крупнейших из отмеченных организациях по слежению и прогнозированию ТЦ, опираясь на данные имеющихся у них официальных сайтов.

Национальный центр США по слежению за ураганами— это правительственное агентство США в ранге подразделения Национальной метеорологической службы. Штаб-квартира этого подразделения находится во Флоридском международном университете в Майами.

Здесь отслеживается и прогнозируется развитие тропических депрессий, штормов и ураганов. Если ожидается приход тропического циклона, центр объявляет соответствующие сообщения в новостях средств массовой информации, в том числе NOAA WeatherRadio. Центр отслеживает перемещение тропических циклонов в бассейне северной части Атлантического океана и восточной части Тихого океана [13].

Японское метеорологическое агентство (ЯМА) — это орган исполнительной власти Японии, ведающий сбором метеорологических данных и предоставлением прогнозов погоды. Является подразделением министерства земли, инфраструктуры, транспорта и туризма Японии. ЯМА отвечает также за информацию о землетрясениях, цунами и извержениях вулканов.

Штаб-квартира ЯМА находится в Тиёда, Токио. Для сбора данных используются четыре морских обсерватории, четыре авиационных метеорологических центра, 47 метеорологических обсерваторий и метеорологические спутники. В состав агентства входят исследовательские центры [14].

Индийский метеорологический департамент (ИМД) – это агентство министерства науки о Земле правительства Индии. Оно отвечает за метеорологические наблюдения, метеорологические прогнозы, информацию о землетрясениях. Штаб-квартира ИМД находится в Дели. В состав департамента входят сотни станций наблюдения на территории Индии и островах Индийского океана, вплоть до Антарктики.

ИМД входит в состав 6-ти региональных специализированных центров Всемирной метеорологической организации (ВМО). В этом плане он отвечает за прогнозирование тропических циклонов и предупреждение об их опасности в северной части Индийского океана, включая Малакские проливы, Бенгальский залив, Арабское море и Персидский залив [12].

Метео-Франс (МФ) — это французская правительственная организация, предназначенная для исследования и прогнозирования погодных явлений, а также предупреждения о возникающих ОМЯ и является отделом Министерства транспорта. Штаб-квартира МФ находится в Париже, а филиал - в Тулузе. Организация имеет значительное международное значение, отвечает за стационарные спутники Meteosat, активно работает в заморских владениях Франции на островах Мартиника, Новая Каледония, Французская Полинезия и Реюньон. Офис в Реюньоне является региональным специализированным метеорологическим центром, который отвечает за прогнозирование и предупреждение о тропических циклонах на юго-западе Индийского океана [11].

Бюро метеорологии Австралии (БМА) — это агентство австралийского правительства, которое отвечает за предоставление услуг прогнозирования погоды и предупреждения об опасных явлениях в Австралии и близлежащих районах. Штаб-квартира организации находится в Докленде, пригородном районе Мельбурна. Региональные офисы имеются в столице каждого из штатов страны. БМА является одним из региональных специализированных метеорологических центров по предупреждению о тропических циклонах на юге и юго-западе Тихого океана.

Во всех отмеченных центрах и других организациях проводятся исследования по мониторингу ТЦ, их зарождению и перемещению.

Главной целью изучения ТЦ была и остается проблема прогноза их появления и развития. Современные методы прогнозов ТЦ еще далеки от совершенства. Средняя ошибка прогноза положения центра циклона за 24 часа составляет 200–300 км. Размеры наиболее опасной центральной части циклона прогнозируются с погрешностью несколько сотен километров.

Существует несколько методов прогноза движения ТЦ:

1) формальная экстраполяция, при которой используют несколько положений ТЦ за последние сутки (через каждые 6 часов) и экстраполируют в будущее;

2) климатологический метод («метод проторенной дорожки»). В его основе лежит предположение, что данный циклон будет перемещаться так же, как и циклон, наблюдавшийся ранее в этом месте в такое же время года;

3) методы, основанные на корреляции между направлением ветра на некоторой высоте и перемещением центра циклона;

4) теоретические методы, основанные на решении системы динамических уравнений, реализующих определенные физические механизмы, управляющие движением.

Как показывает сравнение для одних и тех же ситуаций, различные методы дают отличающиеся прогнозы. При этом наименее совершенными остаются пока теоретические прогнозы.

В этих задачах задействована и отечественная наука. Основная часть подобных разработок выполняется в Дальневосточном научном центре Академии наук Российской Федерации. Среди них можно считать успешной постановку и реализацию задачи прогнозирования ТЦ, которую предпринял Ерёменко А. С. по материалам спутниковых наблюдений [4]. Суть этой работы следующая.

ТЦ чаще всего возникают и проходят над поверхностью океана. Прямые метеорологические и аэрологические измерения там, как правило, невозможны.

Ввиду этого уже несколько десятилетий основное внимание уделяется спутниковым наблюдениям. Они обладают преимуществом по сравнению с традиционными методами измерения. Велика частота получаемой информации (интервал между изображениями с геостационарных спутников достигает 15 минут). Происходит практически мгновенное покрытие больших площадей. Достигается высокая детальность изображений. Имеется возможность получения трёхмерной картины распределения характеристик температуры, влагосодержания атмосферы и параметров поверхности океана.

Спутниковые данные стали основой для мониторинга ТЦ, определения положения центра и макропараметров ТЦ [6, с. 215]. В настоящее время основные усилия направлены на полностью автоматизированные расчеты параметров вихрей и их траекторий. Дело в том, что оценки параметров сильно различаются между собой. Сравнение оценок местоположений центра ТЦ, получаемых в Объединённом тайфунном центре США [13] и Японском метеорологическом агентстве [14], различаются на 50 — 100 км. Особенно велики ошибки на начальной и конечной стадиях существования ТЦ. Постоянно предпринимаются попытки создать автоматические алгоритмы на основе геостационарных спутниковых данных. Однако, результаты касаются только отдельных примеров и не получают широкого практического использования.

В разработке Ерёменко А.С. предложена схема автоматического мониторинга тропических циклонов по данным спутникового дистанционного зондирования. Привлекаются данные по спутникам с низкими траекториями. Это позволяет определять геометрические характеристики ТЦ и рассчитывать траектории их движения.

3.2 Факторы опасности проявления ТЦ

Независимо от качества прогнозирования траекторий низкоширотных циклонов (НЦ), которые принято называть тропическими (ТЦ), всегда была и

существует проблема снижения ущербов для жителей во время прохождения вихрей. Конечно, эта проблема не только метеорологическая, но она вполне логично укладывается в комплексный анализ проявлений ТЦ как сложного опасного природного феномена.

Наибольшую опасность и максимальные потери ТЦ создают, когда они выходят на сушу. Для наглядного примера на рис. 3.2 показана глобальная климатологическая схема проникновения ТЦ в пределы материков за 2017 год.

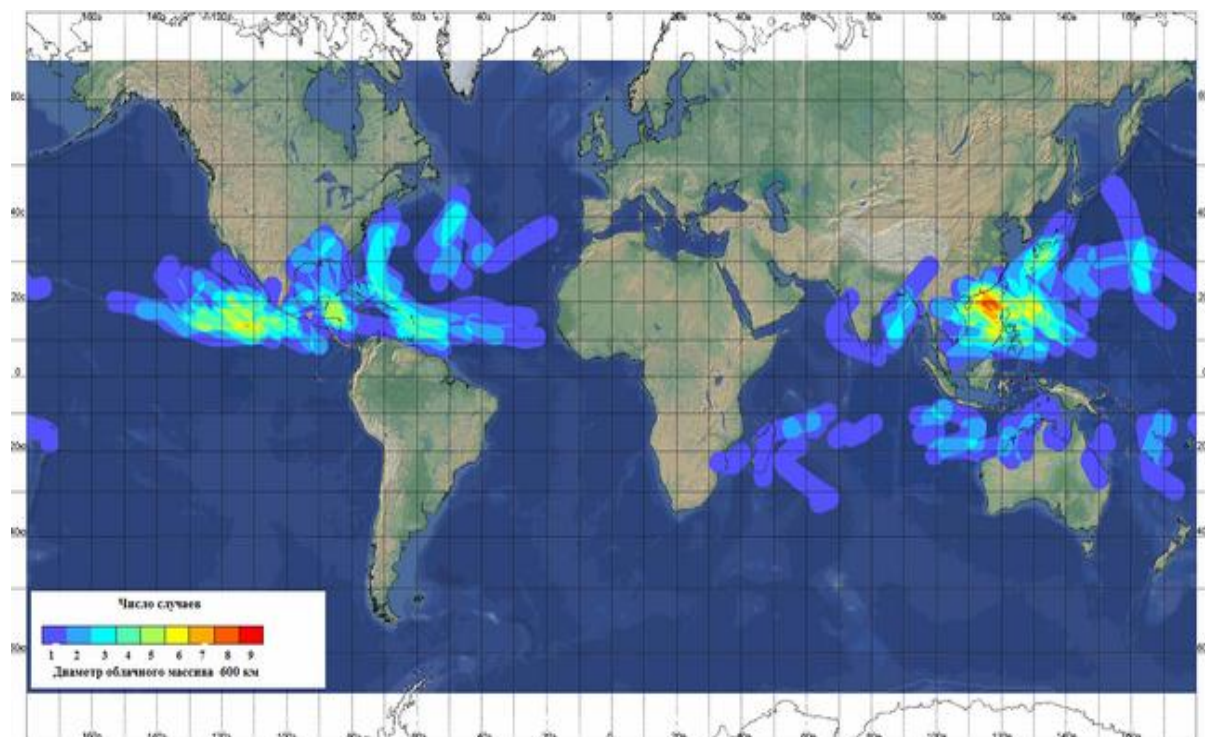


Рис. 3.2. Участки материков подверженные влиянию тропических циклонов за 2017 год [10]

Эта схема вполне согласуется с выше анализируемыми данными по ТЦ. Уместно еще раз отметить, что ТЦ практически не возникают в южной Атлантике и не захватывают прибрежных областей Южной Америки. При всем том, тропическая зона там существует в полном масштабе. Здесь мы имеем наглядное подтверждение того, что название низкоширотных циклонов «тропические» нельзя считать вполне корректным. Как отмечено выше, более корректным является предложенное нами название «низкоширотные» циклоны.

Имеются данные об эволюции тропических циклонов в различных

бассейнах Мирового океана, включая их выход на материки (рис. 3.3-3.8).

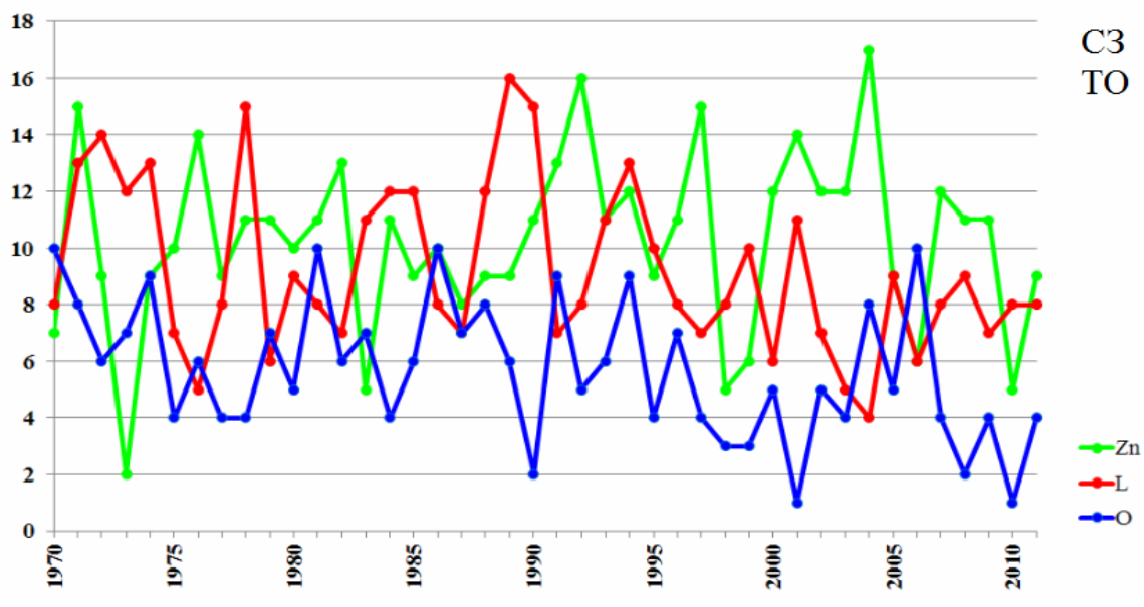


Рис. 3.3. Количество ТЦ северо-западной части Тихого океана, трансформировавшихся во внетропические циклоны (Zn), вышедших на сушу (L) и заполнившихся над океаном (O) [1]

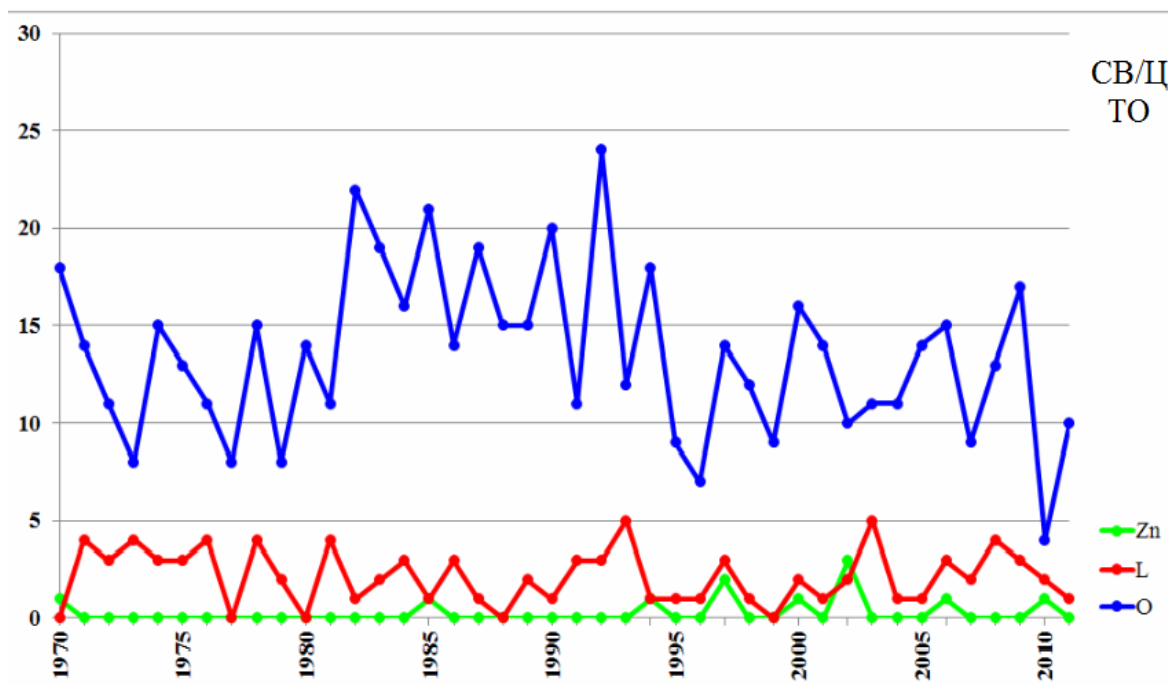


Рис. 3.4. Количество ТЦ северо-восточной и центральной части Тихого океана, трансформировавшихся во внетропические циклоны (Zn), вышедших на сушу (L) и заполнившихся над океаном (O) [1]

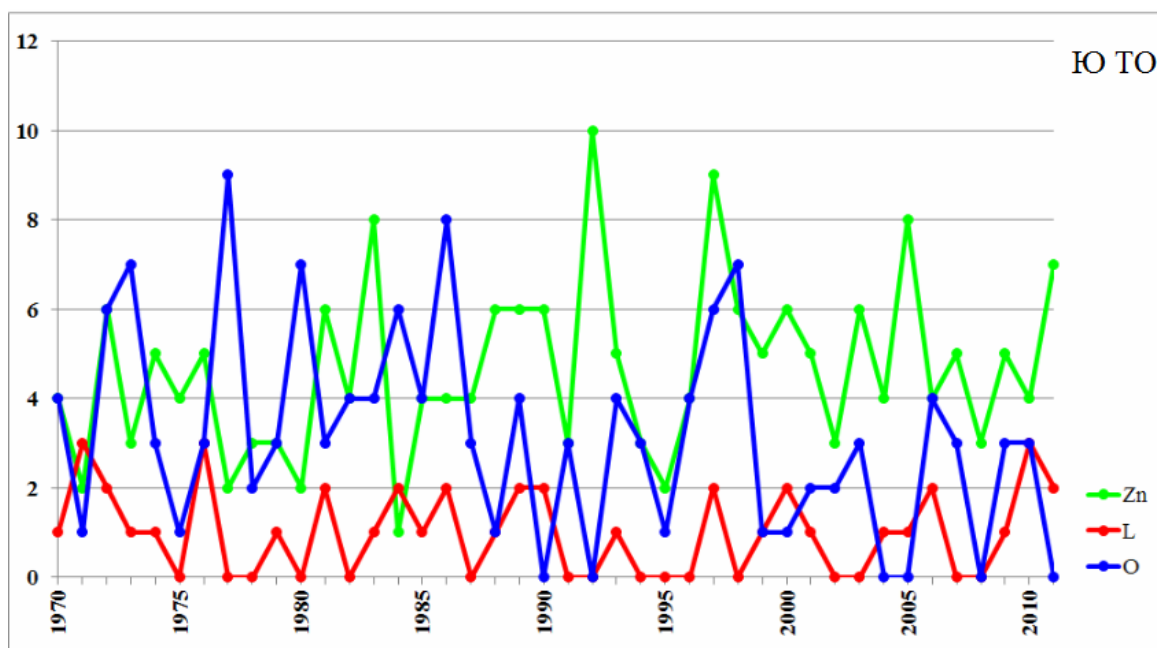


Рис. 3.5. Количество ТЦ южной части Тихого океана, трансформировавшихся во внетропические циклоны (Zn), вышедших на сушу (L) и заполнившихся над океаном (O) [1]

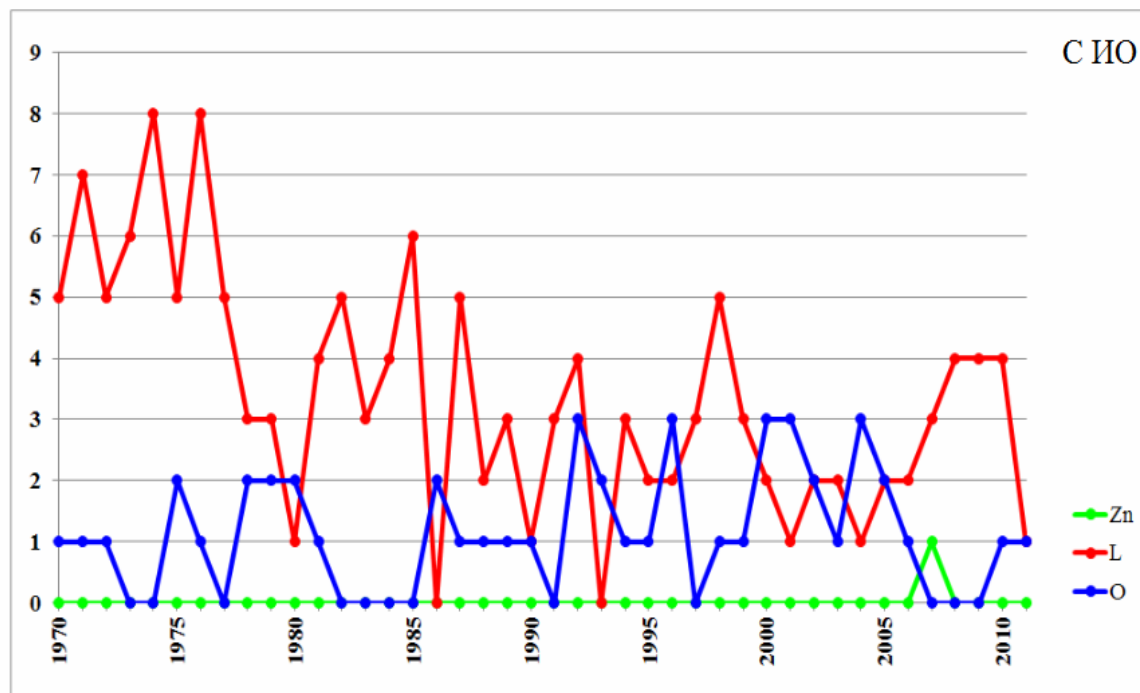


Рис. 3.6. Количество ТЦ северной части Индийского океана, трансформировавшихся во внетропические циклоны (Zn), вышедших на сушу (L) и заполнившихся над океаном (O) [1]

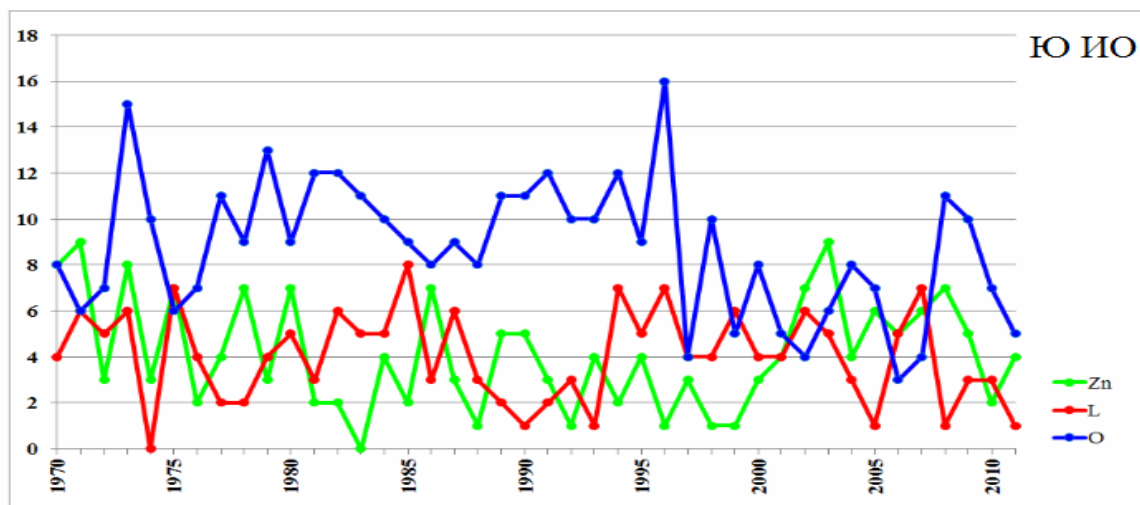


Рис. 3.7. Количество ТЦ южной части Индийского океана, трансформировавшихся во внутритропические циклоны (Zn), вышедших на сушу (L) и заполнившихся над океаном (O) [1]

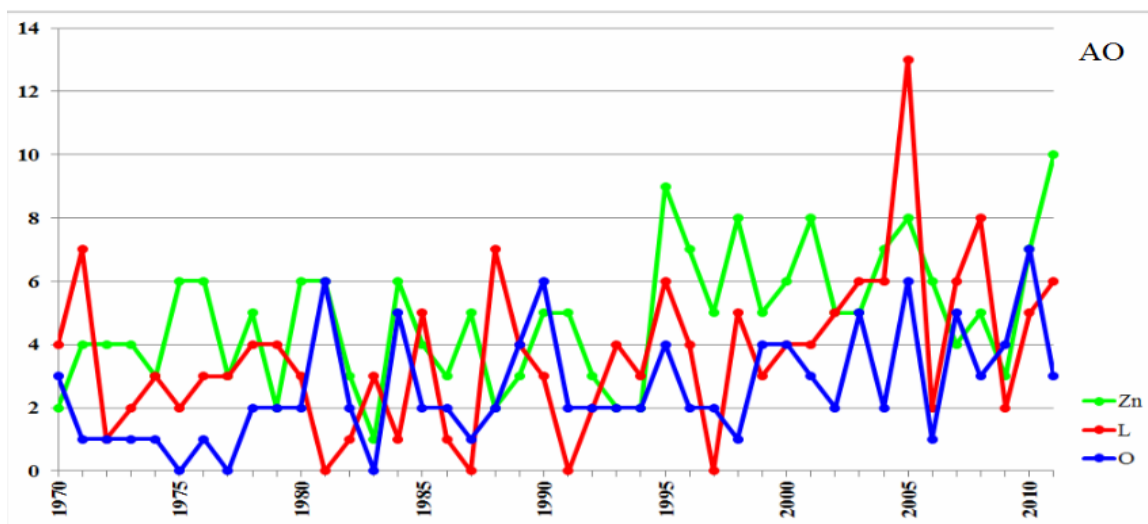


Рис. 3.8. Количество ТЦ Атлантического океана, трансформировавшихся во внутритропические циклоны (Zn), вышедших на сушу (L) и заполнившихся над океаном (O) [1]

Оказывается, в каждом из этих бассейнов на сушу выходит довольно большое количество низкоширотных циклонов (НЦ). Например, в 2006 году процентная доля вышедших на сушу циклонов была следующей:

- северо-западная часть Тихого океана – 27 %; северо-восточная часть

Тихого океана – 17 %; южная часть Тихого океана – 20 %,

- северная часть Индийского океана – 66 %; южная часть Индийского океана – 38%,
- Атлантический океан – 22 %.

Согласно этим данным не удивительно, что особенно большие людские потери в связи с НЦ возникают в бассейнах Индийского океана [21].

Следуя гидрометеорологическим данным, изложенным в многочисленных публикациях, наиболее разрушительными факторами действия НЦ являются:

- штормовые ветры со скоростями 20-100 м/с;
- нагоны морских вод при выходе циклонов на сушу, когда уровень вод повышается вплоть до 10 м, а в узких заливах - даже больше;
- сильные осадки, которые приводят к большим паводкам на постоянных и временных водотоках.

Эти факторы проявляются во всех областях деятельности НЦ. Конечно, наибольший ущерб наносится областям с высокой плотностью населения и, соответственно, развитой экономикой [7, с. 97]. Карта распределения плотности населения на земном шаре показана на рис. 3.9.

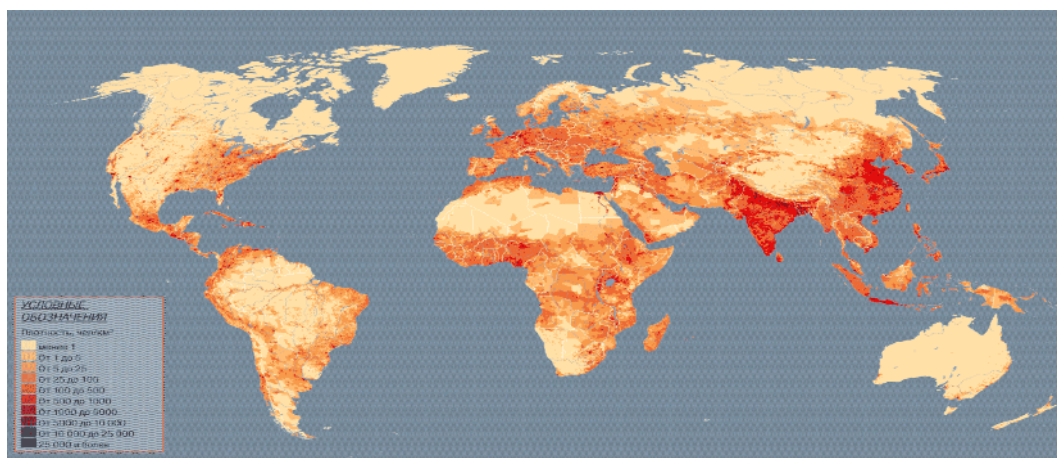


Рис. 3.9. Плотность населения в различных областях земного шара [27]

Очевидно, что наибольшие потери человеческих жизней, связанные с НЦ, должны возникать в странах Юго-Восточной Азии, Мексике, Индии,

Бангладеш, Пакистане и других подобных странах [27].

Кроме типичных областей возникновения НЦ, имеются редкие исключения, приуроченные к внетропическим климатам Земли. Один из интересных (к сожалению трагических!) случаев такого рода и мел место в Краснодарском крае 6-7 июля 2012 году [5].

Здесь возник мезомасштабный вихрь, который отчетливо зафиксирован на спутниковой фотографии (рис. 3.10).

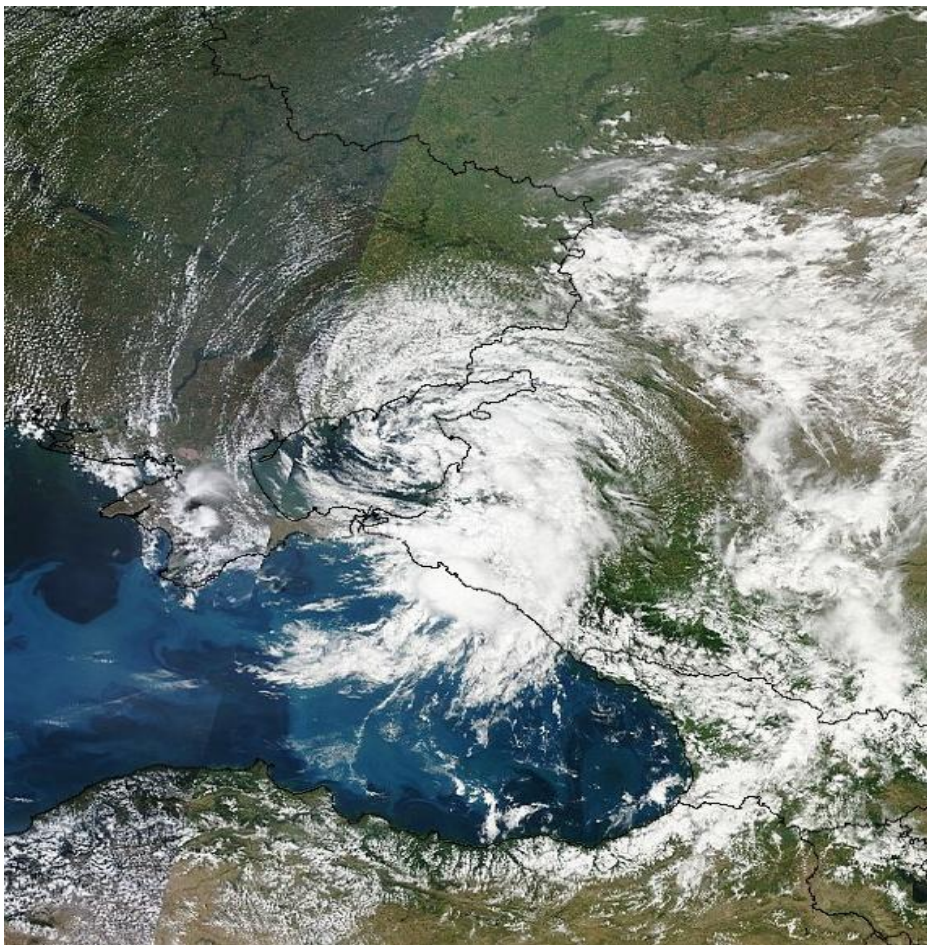


Рис. 3.10. Мезомасштабный циклон над акваторией Черного моря в 2012 году [15]

По своим параметрам этот вихрь в большой мере соответствует тропическим циклонам. Его размер (диаметр) составляет примерно 300 км. Отчетливо видна плотная облачная структура вихря и наличие в ней отдельных «кос», которые обычно наблюдаются на спутниковых фотографиях ТЦ.

Главное состоит в том, что вихрь образовался в воздушной массе, соответствующей по своему влагосодержанию тропическим и даже экваториальным воздушным массам. Это следует из данных по осадкам, которые выпали в пределах вихря Геленджике, Новороссийске и Крымске в период 6-7 июля 2012 года (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Осадки за 6-7 июля 2012 года в Геленджике, Новороссийске и Крымске⁵

Станции	Осадки за день (мм)с 10.00час. до 22.00час. мск06.07.2012	Осадки за ночь (мм) с 22.00 час. 06.07.2012 до 10.00час .07.07.2012	Суммарные осадки (мм)
Геленджик	253 (ОЯ)	58 (НЯ)	311
Новороссийск	80 (ОЯ)	212 (ОЯ)	292
Крымск	15 (НЯ)	156 (ОЯ)	171

Зафиксированное количество осадков в этих пунктах вполне соответствует количеству осадков, характерных для тропических депрессий и тропических штормов [9]. Главные ущербы во время действия рассматриваемого мезоциклона были связаны с паводками на реках. Паводок на реке Адагум привел к гибели почти 200 жителей города Крымска.

⁵ Таблица получена автором в ходе исследования

Заключение

В работе рассмотрены генезис НЦ и последствий их деятельности как комплексной проблемы. Особое внимание уделяется климатологическим факторам возникновения НЦ, а также региональным последствиям их деятельности.

В основу работы положена схематизация данных климатических зонах земного шара и распределении НЦ. Из картографических материалов следует, что области проявления НЦ не соответствуют распределению тропических областей. Так, по Б. П. Алисову в приазиатской части Тихого океана тропическая зона выклинивается. Однако там находится главная мировая область зарождения НЦ (тайфунов). В Южной Азии нет области тропического климата как таковой, а НЦ имеются и распространяются к северу. Эти и другие сопоставления вынуждают нас использовать термин «низкоширотные циклоны». Они явным образом связаны с субэкваториальной зоной.

На основе проведенного исследования можно сделать следующие **выводы.**

1. Принципиальное значение имеют данные о широком распространении субэкваториальной климатической зоны в северной Атлантике. Из скорректированной нами климатической карты Б. П. Алисова в теплую половину года, именно здесь преобладает экваториальная воздушная масса, которая способствует активному зарождению и развитию НЦ в бассейнах Карибского моря и Мексиканского залива, в областях Антильских островов и полуострова Флорида.

2. По данным карт Б. П. Алисова, обширная зона тропического климата расположена в южной Атлантике. Согласно нашим исследованиям, тропические циклоны здесь почти не возникают, в связи с тем, что субэкваториальная зона не заходит в южную Атлантику и там нет поверхностных морских вод с температурой около 28 °С или выше.

3. Анализ зарождения низкоширотных циклонов в субэкваториальной и тропической зонах Тихого, Индийского, Атлантического и Мирового океана за 2017 и 2006 годы, указывает на 124 случая из 159 возникновения их в субэкваториальной зоне. При оценке распределения НЦ по полушариям, выявлено 122 случая в северном полушарии и 37 случаев в южном.

4. Основными разрушительными факторами действия НЦ являются: штормовые ветры со скоростями 20-100 м/с; нагоны морских вод при выходе циклонов на сушу; сильные осадки. Учитывая фактические схемы распределения НЦ, наибольший ущерб может быть нанесен населению Южной и Восточной Азии и береговой зоне Карибского моря.

5. Между тем имеются исключения, приуроченные к внетропическим климатам. Так 6-7 июля 2012 года в воздушной массе Краснодарского края возник мезомасштабный вихрь, соответствующей по своему влагосодержанию тропическим и даже экваториальным воздушным массам. Во время мезоциклона возникли паводки на реке Адагум города Крымска принесящие значительный ущерб.

Список использованной литературы

1. Гидрометцентр России. Архив данных о ТЦ [Электронный ресурс]. URL: <https://meteoinfo.ru/tropicalcyclones> (дата обращения: 27.02.2019)
2. Гидрометцентр России. Банк данных о тропических циклонах [Электронный ресурс]. URL: https://meteoinfo.ru/?option=com_content&view=article&id=1164 (дата обращения: 02.03.2019)
3. Гидрометцентр России Обзор тропических циклонов за 2017 г. [Электронный ресурс] URL: https://meteoinfo.ru/?option=com_content&view=article&id=14644 (дата обращения: 20.03.2019)
4. Ерёмченко А.С. Автоматический мониторинг тропических циклонов по данным метеорологических спутников. Диссертация [Электронный ресурс]. URL: <http://diss.seluk.ru/di-informatika/2367-1-avtomaticheskiiy-monitoring-tropicheskikh-ciklonov-dannim-meteorologicheskikh-sputnikov-zemli.php> (дата обращения: 20.04.2019)
5. Краснодарский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды [Электронный ресурс]. URL: <http://kubanmeteo.ru/> (дата обращения: 14.04.2019).
6. Кукал З. Природные катастрофы. – М.: Знание, 1985. – 240 с
7. Мамедов Э.С., Павлов Н.И. Тайфуны. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 140 с.
8. Общая схема урагана [Электронный ресурс]. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hurricane_profile_graphic.gif (дата обращения: 25.02.2019)
9. О действиях оперативных служб Росгидромета по Краснодарскому краю (ФГБУ «Краснодарский ЦГМС») в период стихийного бедствия 6 -7 июля 2012 года [Электронный ресурс]. URL: <https://meteoinfo.ru/novosti/5424-09072012-1-g-6-7-2012-> (дата обращения 10.05.2019)
10. Официальный сайт НИЦ «Планета». Мониторинг тропических циклонов по данным геостационарных ИСЗ [Электронный ресурс]. URL:

- http://planet.iitp.ru/Oper_pr/Meteo_Cyclone.html (дата обращения: 20.02.2019)
11. Официальный сайт Метео-Франс [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mfi.fr/en/map-references.php> (дата обращения: 07.05.2019)
 12. Официальный сайт МО по мониторингу ТЦ в Индии [Электронный ресурс]. URL: <http://imd.gov.in/Welcome%20To%20IMD/Welcome.php> (дата обращения: 07.05.2019)
 13. Официальный сайт МО по мониторингу ТЦ США [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nhc.noaa.gov/> (дата обращения: 07.05.2019)
 14. Официальный сайт ЯМА МО по мониторингу ТЦ [Электронный ресурс]. URL: <http://www.jma.go.jp/jma/indexe.html> (дата обращения: 07.05.2019)
 15. Погода онлайн июль 2012 [Электронный ресурс]. URL: <http://meteoclub.ru/index.php?action=vthread&topic=4407&page=7> (дата обращения: 21.05.2019)
 16. Погосян Х.П. Грозные явления атмосферы (Ураганные ветры). – М.: Знание, 1968. – 50 с.
 17. Презентация Природные факторы пространственной дифференциации ландшафтов [Электронный ресурс]. URL: <https://myslide.ru/presentation/skachat-prirodnye-factory-prostranstvennoj-differenciicii-landshaftov> (дата обращения: 20.03.2019)
 18. Риль Г. Климат и погода в тропиках. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 607 с.
 19. Русин И.Н., Арапов П.П. Основы метеорологии и климатологии. Курс лекций. – СПб.: изд. РГГМУ, 2008. – 199 с.
 20. Сергин С.Я., Земцов Р.В. Индекс годового хода осадков как количественный критерий климатического зонирования // Климатология и гляциология Сибири: Материалы Второй Международной научной конференции. – Томск: Изд-во ЦНТИ, 2015. – С. 128-130
 21. Статистика смертности населения в мире [Электронный ресурс]. URL:

- <https://ourworldindata.org/natural-disasters> (дата обращения: 15.05.2019)
22. Физика природной среды: учеб. пособие [Электронный ресурс]. URL: <http://ekollog.ru/uchebnoe-posobie-fizika-prirodnoj-sredi.html?page=26> (дата обращения: 04.03.2019)
23. Фактические данные Росгидромета [Электронный ресурс]. URL: <https://meteoinfo.ru/sstclimate> (дата обращения: 16.04.2019)
24. Хромов С.П., Мамонтова Л.И. Метеорологический словарь. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 569 с.
25. Электронный физико-географический атлас для учителей средней школы [Электронный ресурс]. URL: <http://geo.historic.ru/geographic-atlas/st029.shtml> (дата обращения: 15.04.2019)
26. Atlantic Oceanographic & Meteorological Laboratory [Электронный ресурс]. URL: <https://www.aoml.noaa.gov/hrd/tcfaq/F1.html> (дата обращения: 06.05.2019)
27. Global trends in tropical cyclone risk [Электронный ресурс]. URL: <https://studylib.net/doc/12848483/global-trends-in-tropical-cyclone-risk-articles> -- (дата обращения: 16.05.2019)
28. World Meteorological Organization (WMO) Collection(s) and Series No. 1145 [Электронный ресурс]. URL: https://library.wmo.int/pmb_ged/wmo_1145_en.pdf (дата обращения: 03.04.2019)
29. Worldview интерактивный просмотр глобальных слоев спутниковых изображений [Электронный ресурс]. URL: https://worldview.earthdata.nasa.gov/?p=geographic&1=MODIS_Agua_CorrectedReflecta (дата обращения: 26.02.2019)

УДК 551.585

ИНДЕКС ГОДОВОГО ХОДА ОСАДКОВ КАК КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ
КРИТЕРИЙ КЛИМАТИЧЕСКОГО ЗОНИРОВАНИЯ

Сергин С.Я., Земцов Р.В.

Филиал Российского государственного

гидрометеорологического университета в г. Туапсе.

Город Туапсе, ул. Морская, дом 4, e-mail: rggmu@mail.ru

THE INDEX OF ANNUAL RANGE OF PRECIPITATION
AS THE QUANTITATIVE CRITERION OF CLIMATE ZONING

Sergin Sergey Ya., Zemtsov Roman V.

The branch of the Russian State Hydrometeorological University in Tuapse,

e-mail: rggmu@mail.ru

Key words: climatology, climate zoning

Abstract

The index of the annual march of precipitation is proposed to make more precise the climate zoning of the Earth. It is defined for meteorological stations as the ratio of the warm half-year precipitation to the cold half-year ones and in normative form. Using this index, the predominance of subequatorial climate in the large region between North and South America is revealed. Moreover, others changes in climatic boundaries may be out lined.