МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)
ИНСТИТУТ МИРОВОГО ОКЕАНА (ШКОЛА)
Департамент наук о Земле

Агафонова Яна Витальевна

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТАЙФУННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ИНФРАСТРУКТУРУ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
по направлению 05.03.02. – «География»

Владивосток
2023

Автор работы_____,
(подпись)

группа Б11119-05.03.02гео_____

«__ _» _____июля_____ 2023г.

Руководитель ВКР

Ассистент, ведущий инженер
(должность, ученое звание)

_____ _____Д. И. Волкова____
(подпись) (И.О. Фамилия)

«____» _____июля_____2023г.

«Допустить к защите»

Защищена в ГЭК с оценкой

_____ Директор, к.г.н., доцент
ученая степень, ученое звание

Секретарь ГЭК

_____ _____ _____ ___И.А. Лисина____
(подпись) (И.О. Фамилия) (подпись) (И.О. Фамилия)

«____» _____июля_____2023г. «____» _____июля_____2023г.

Оглавление

Введение.....4

1. Опасные природные процессы и их классификация.....6

1.1 Понятие «опасные природные процессы».....6

1.2 Классификация опасных природных процессов.....8

1.3. Опасные природные процессы в атмосфере.....12

2. Тропические циклоны и их развитие.....15

2.1 Тропические циклоны.....15

2.2 Районы возникновения тропических циклонов.....16

2.3 Эволюция тропических циклонов.....20

2.4 Структура тропических циклонов.....22

2.5 Прогноз перемещения тропических циклонов.....27

2.6 Мониторинг и прогнозирование тропических циклонов в Дальневосточных регионах России.....30

3. Оценка влияния тайфунной деятельности на инфраструктуру Приморского края.....34

3.1 Краткое описание тайфунов.....34

3.2 Оценка влияния тайфунов на муниципалитеты ПК.....50

Заключение.....61

Список используемой литературы.....62

Введение

Каждый год в определенном регионе мира происходят сильные речные наводнения, прорывы плотин, землетрясения, штормы и ураганы, лесные и торфяные пожары.

Каждое стихийное бедствие имеет свои особенности, тип ущерба, масштабы разрушений, масштабы бедствий и человеческих жертв. Каждое бедствие оставляет свой след в окружающей среде по-своему. Знание причин и видов стихийных бедствий позволяет значительно уменьшить разного рода ущерб при своевременном принятии защитных мер и разумном поведении населения.

Одной из основных проблем, которая сегодня выходит на первый план, является правильное прогнозирование возникновения и развития опасных природных процессов метеорологического характера для заблаговременного оповещения органов власти и населения о приближающейся опасности. Очень важно и крайне необходимо анализировать и оценивать последствия опасных атмосферных явлений для более качественного прогноза, чтобы сузить зону поражения и оказать своевременную помощь пострадавшим.

Особую опасность для Приморского края представляют собой тропические циклоны (тайфуны). Тропический циклон представляет собой атмосферный вихрь, формирующийся в тропических широтах, с пониженным атмосферным давлением в центральной части.

Тропический циклон — это опасное для человека природное явление, поэтому требует детального изучения и детального анализа. Оценка последствий прохождения тропических циклонов по территории Приморского края является темой данного исследования.

При борьбе со стихийными бедствиями обеспечивается высокий уровень организованности, четкие и продуманные действия федеральных и местных органов власти, управлений и подразделений МЧС, сил специального назначения и средств других министерств и ведомств в сочетании с умелыми действиями населения, происходит сокращение человеческих потерь и

материального ущерба, более эффективно реализуемые мероприятия по ликвидации их последствий - всё это обуславливает актуальность данной работы.

Предметом исследования является инфраструктура Приморского края.

Объект – тайфуны и их воздействие на инфраструктуру Приморского края.

Цель данной работы состояла в том, чтобы оценить воздействие тайфунной деятельности на инфраструктуру Приморского края.

В соответствии с поставленной целью были определены **задачи**:

- Рассмотреть, что такое «опасные природные процессы» и как их классифицируют;
- Узнать особенности тропических циклонов и изучить их развитие;
- Отбор тех циклонов, которые в силу своей траектории повлияли на изменение погодных условий в Приморском крае;
- Исследовать и оценить влияние тайфунной деятельности на инфраструктуру Приморского края.

Выпускная квалификационная работа бакалавра состоит из введения, трёх глав, заключения. Список использованных источников содержит 33 наименования.

В первой главе представлены общие сведения об опасных природных процессах, рассмотрена их классификация.

Во второй главе содержится информация о тропических циклонах, их строении, стадиях развития и влиянии на Дальний Восток России.

В третьей главе приводятся результаты анализа тайфунов, нанёсших материальный ущерб инфраструктуре Приморского края и дан анализ частоты попадания муниципальных образований Приморского края под воздействие тайфунной деятельности, а также понесённый материальный ущерб.

1. Опасные природные процессы и их классификация

1.1 Понятие «опасные природные процессы»

История развития земной цивилизации неразрывно связана с опасными природными процессами, явлениями, стихийными бедствиями и катастрофами. В современном лексиконе эти явления называются природными чрезвычайными ситуациями (ЧС).

Природная чрезвычайная ситуация – обстановка на определенной территории или акватории, сложившаяся в результате возникновения источника природной чрезвычайной ситуации, который может повлечь или повлек за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью и/или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Источник природной ЧС – опасное природное явление или процесс, в результате которого на определенной территории или акватории произошла или может возникнуть чрезвычайная ситуация.

Поражающий фактор источника природной чрезвычайной ситуации – составляющая опасного природного явления или процесса, вызванная источником природной чрезвычайной ситуации и характеризуемая физическими, химическими, биологическими действиями или проявлениями, которые определяются или выражаются соответствующими параметрами [15].

Взаимодействие сложных систем является основным источником опасных природных процессов (ОПП). Спектр взаимодействия достаточно разнообразен, что создаёт множество различных по генезису, длительности, интенсивности и масштабности различных экстремальных явлений.

Опасный природный процесс – изменение состояния, состава и свойств окружающей среды и/или ее компонентов, которое по своей интенсивности, масштабу и продолжительности приводит или потенциально может привести к ухудшению состояния окружающей среды, условий обитания человека, а также развитию чрезвычайной ситуации и нанести ущерб его хозяйственной деятельности.

Опасные природные процессы (ОПП) – это нелинейные, а порой и экстремальные, явления взаимодействия природных систем или процессов с социальными и экологическими системами, в результате которых возникают поражающие факторы, наносящие ущерб и потери обществу и природе. Опасный природный процесс достаточно разнообразен, что создает множество различных по генезису, длительности, интенсивности и масштабности различных экстремальных явлений [15].

Окружающая среда – совокупность средств обитания и общественно-производственной деятельности человека, включающая окружающую природную среду и элементы культурной или социально-экономической среды, совместно и непосредственно оказывающих влияние на людей и их хозяйство.

Окружающая природная среда – совокупность чисто природных и измененных деятельностью человека элементов естественной среды, оказывающих непосредственное или опосредованное воздействие на человека.

Опасное природное явление – событие природного происхождения или результат деятельности природных процессов, которые по своей интенсивности, масштабу распространения и продолжительности могут вызвать поражающее воздействие на людей, объекты экономики и окружающую природную среду.

Стихийное бедствие – разрушительное природное и/или природно-антропогенное явление или процесс значительного масштаба, в результате которого может возникнуть или возникла угроза жизни и здоровью людей, произойти разрушение или уничтожение материальных ценностей и компонентов окружающей природной среды [3].

Опасные природные процессы – частые явления в нашей стране, наибольшее их число обусловлено:

- наводнениями – 34 %;
- ураганами, бурями, тайфунами, смерчами – 19 %;
- сильными или особо длительными дождями – 14 %;
- землетрясениями – 8 %;
- сильными снегопадами и метелями – 8 %;

- оползнями и обвалами – 5 % [15].

1.2 Классификация опасных природных процессов

Каждое стихийное природное бедствие имеет свою физическую сущность и только ему присущие причины возникновения, движущие силы, характер и стадии развития, особенности воздействия на окружающую среду. Однако, несмотря на резкие отличия стихийных бедствий друг от друга, им присущи и общие черты – большой пространственный размах, значительное влияние на окружающую среду, сильное психологическое воздействие на человека.

На Земле существенное влияние на опасные природные явления оказывают экзогенные и эндогенные процессы.

Экзогенные процессы разрушают, преобразуют земную кору, переносят рыхлые и растворимые продукты разрушения, осуществляемого водой, ветром, ледниками. Разрушительные действия экзогенных процессов нежелательны и опасны для человека. К таким опасным явлениям относятся, например, *сели* – грязекаменные потоки. Опасны и *оползни*, которые тоже приводят к разрушению различных построек, нанося ущерб хозяйству, унося жизни людей. Среди экзогенных процессов необходимо отметить и *выветривание*, которое приводит к выравниванию рельефа.

Эндогенные процессы поднимают отдельные участки земной коры и способствуют образованию крупных форм рельефа – мегаформ и макроформ. Главный источник энергии эндогенных процессов – внутренняя теплота в недрах Земли. Эти процессы вызывают движение магмы, вулканическую деятельность, землетрясения, медленные колебания земной коры.

Таблица 1 - Классификация опасных природных процессов [15]

По генезису	По масштабу	По времени	По характеру	По площади

(происхождению)	проявления		воздействия	проявления
Космогенные	Всемирные	Вековые	Разрушительного действия	Площадные (вулканы)
Космогенно-климатические	Национальные	Долговременные	Истощающего воздействия	Объёмные
Атмосферные	Континентальные	Кратковременные	Парализующего воздействия	Линейные
Метеогенно-биогенные	Региональные	Мгновенные	ОПП, способные вызывать техногенные аварии	Точечные (импактные)
Гидрологические и гидрогеологические	Районные			
Геологические	Местные			

По *генезису* (происхождению) ОПП бывают:

Космогенные:

- гелиомагнитные (корпускулярные (прерывные, изменчивые) и электромагнитные);
- вещественные и импактные (метеорные потоки, ударное, ударновзрывное и взрывное кратерирование);
- гравитационные.

Космогенно-климатические:

- климатические циклы;
- длительные колебания уровня Мирового океана (тектонические и гляциоизостатические (очень медленные вертикальные и горизонтальные движения земной поверхности на территориях древнего и современного оледенения);
- кратковременные колебания уровня океана и явление Эль-Ниньо (аномальное потепление поверхностных вод Тихого океана у берегов Эквадора и Перу, случающееся один раз в несколько лет);
- современное потепление климата;
- проблема озоновых дыр.

Атмосферные:

- метеогенные воздействия (атмосферные фронты, циклоны, антициклоны, пассаты, муссоны, западные ветры и вихри, порождающие ОПП

следующего типа: бури, штормы, ураганы, тромбы (торнадо), смерчи, шквалы, местные ветры, затяжные и интенсивные ливни, грозы, град, туманы);

- опасные природные явления в атмосфере зимнего времени:
- сильный снегопад, метель;
- ледовые явления (гололед, гололедица, мороз, обледенение);
- опасные природные явления в атмосфере летнего времени (жара, засухи, суховеи).

Метеогенно-биогенные (природные пожары – степные, лесные, подземные).

Гидрологические и гидрогеологические:

- наводнения (половодья и паводки);
- ледовые опасные явления (зажоры, заторы, наледи, подземные льды, ранние прибрежные льды, сплошной ледяной покров в портах, оледенение судов и портовых сооружений, морские и горные льды, термокарст – процесс неравномерного проседания почв и подстилающих горных пород вследствие вытаивания подземного льда);
- ветровые гидрологические воздействия: тайфуны, сильные волнения на море, ветровой нагон, волновая абразия берегов морей и океанов;
- опасные явления у побережий (цунами, сильный тягун в портах). Подземные воды и их воздействие (колебания уровня грунтовых вод, колебания уровня вод закрытых водоемов, карст, суффозия).

Геологические:

- эндогенные (возникающие в недрах твердой Земли);
- тектонические (длительные колебания уровня Мирового океана, извержение вулканов, землетрясения, горные удары, разжижение грунта);
- геофизические (геопатогенные, радиогенные) и геохимические (ореолы месторождений);
- экзогенные (протекающие на поверхности и при поверхностной зоне Земли);
- выветривание;

- склоновые процессы (обвалы, камнепады, осыпи, курумы, оползни, сели, лавины, пульсирующие ледники, плоскостной склоновый смыв, крип, солифлюкция, дефлюкция, просадка лёссовых пород, эрозия склонов, эрозия речных берегов);
- завальные и ледниковые наводнения;
- ветровая эрозия почв (пыльные бури).

По *масштабу* проявления ОПП бывают:

- всемирные (Всемирный потоп);
- континентальные (гибель Атлантиды);
- национальные (землетрясение в армянском городе Спитак);
- региональные (вулканы, реки);
- районные и местные.

По *продолжительности* ОПП подразделяются на:

- мгновенные (секунды, минуты) – импактные землетрясения, возникшие в результате столкновения метеорита, астероида, кометы или иного небесного тела с Землей;
- кратковременные (часы, дни) – шквалы, атмосферные явления, паводки;
- долговременные (месяцы, годы) – космогенные (имеющие космическое происхождение), климатические;
- вековые (десятки, сотни лет) – климатические, эвстатические (медленные изменения, например уровня Мирового океана), космогенные.

По *характеру воздействия* ОПП подразделяются на:

- оказывающие преимущественно разрушительное действие (ураганы, тайфуны, смерчи, землетрясения, нашествие насекомых, например, саранчи и др.);
- оказывающие преимущественно парализующее (останавливающее) действие для движения транспорта (снегопад, ливень с затоплением, гололед, гроза, туман);

- оказывающие истощающее воздействие (снижают урожай, плодородие почв, запас воды и других природных ресурсов);
- стихийные бедствия, способные вызвать технологические аварии (природно-технические катастрофы) (молнии, гололед, обледенение, биохимическая коррозия и др.).

Некоторые явления могут быть многоплановыми. Например, наводнение может быть разрушительным для города, парализующим – для затопленных автодорог и истощающим – для урожая.

По площади проявления (контуру влияния) ОПП подразделяются на: точечные (импактные), линейные (овраги, оползни, сели, лавины), площадные (землетрясения, вулканы, наводнения), объемные (магнитные бури, атмосферные явления).

По *тяжести последствий* ОПП подразделяются на:

- легчайшие;
- легкие, слабые;
- средние;
- тяжелые, сильные;
- уничтожающие [15].

1.3. Опасные природные процессы в атмосфере

Атмосферные процессы порождают опасные природные явления метеорологического характера (рисунок 1).

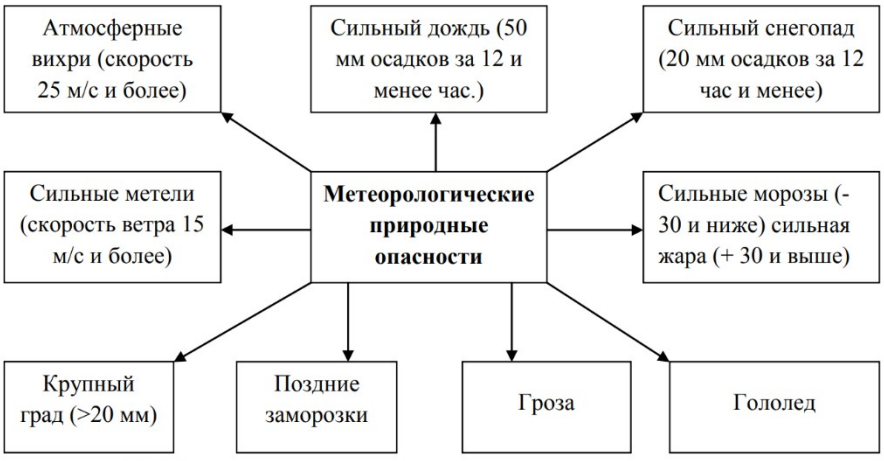


Рисунок 1 – Опасные природные процессы метеорологического характера [15]

Сильные ветры, значительные перепады атмосферного давления и большое количество осадков могут вызвать разрушения и человеческие жертвы. Опасные атмосферные явления связаны с возможностью образования циклонов, ураганов и торнадо.

Опасные атмосферные вихри. В порядке уменьшения энергии и размеров к ним относятся циклоны, тайфуны, шквалы, смерчи (торнадо). Они зарождаются вокруг мощных восходящих потоков теплого влажного воздуха (циклоны и тайфуны – над океанами), быстро вращаются против часовой стрелки в Северном и по часовой стрелке в Южном полушариях, при этом смещаются вместе с окружающей воздушной массой. По пути в благоприятных условиях подпитки влагой они могут усиливаться, но раньше или позже теряют энергию и гаснут.

Особенности систем низкого давления способствуют усилению разрушительных сил центра циклонов. На движущийся над земной поверхностью воздух оказывают влияние рельеф местности и встречающиеся на его пути предметы. Например, непосредственно на земной поверхности и близ нее существует сила трения, которая заставляет потоки воздуха завихряться внутрь к области низкого давления. Это создает циклонические формы. Они компенсируются воздушными потоками, поднимающимися из центра области низкого давления. Эти восходящие потоки на высоте охлаждаются, что увеличивает влажность воздуха. Таким образом, в любом регионе низкого давления возникают облака и высокая влажность, являющиеся характерной чертой не только циклонов, но и вообще ураганов. Циклоны могут иногда достигать в поперечнике 800 км и больше, хотя такие размеры являются редкими. Циклоны обычно делят на две главных категории: среднеширотные и тропические (тайфуны) [15].

Классификация интенсивности тропических циклонов весьма относительна. Отдельные циклоны могу пройти все перечисленные выше стадии, но лишь небольшой процент из них достигает интенсивности,

соответствующей последней стадии. В разных районах Земного шара тропические циклоны имеют свое название. На Дальнем востоке их называют *тайфунами*, в северной части Атлантики – *ураганами*, в Австралии – *вилли-вилли*, в Океании – *вилли-вау*, на Филиппинах – *багио* (рисунок 2).

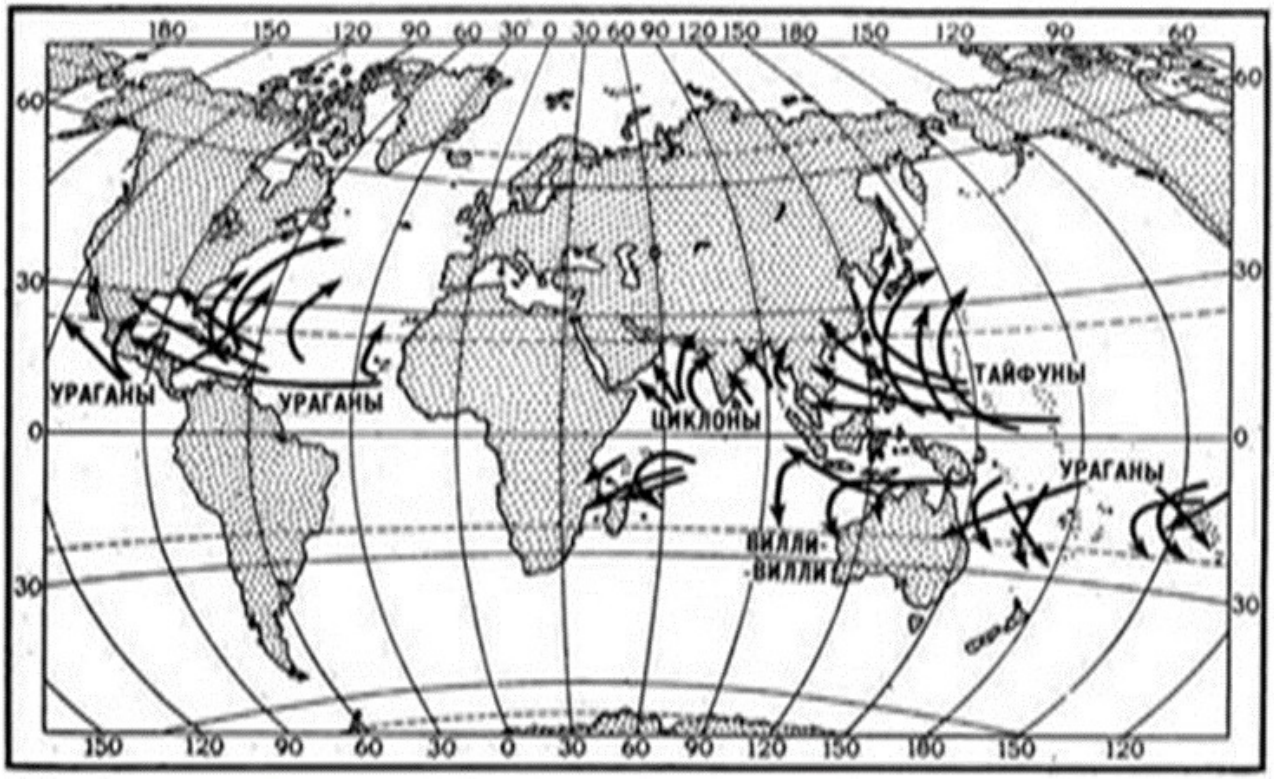


Рисунок 2 – Местные названия тропических циклонов [14]

2. Тропические циклоны и их развитие

2.1 Тропические циклоны

Тропический циклон представляет собой атмосферный вихрь в тропических широтах с пониженным атмосферным давлением в центральной части и штормовыми скоростями ветра. Во всей области тропического циклона присутствуют сильные восходящие движения воздуха и развивается мощная облачная система с обильными ливневыми осадками и грозами. От мощных облаков свободна небольшая внутренняя часть тропического циклона радиусом до 50 км, называемая «глазом бури». Самым характерным для этой зоны является то, что температура воздуха в центре выше на 6 – 15°С по сравнению с периферией глаза бури.

Развитый тропический циклон распространяется по вертикали до высоты 13–15 км. Связанная с тропическим циклоном циркуляция захватывает всю тропосферу. Интенсивность циркуляции наиболее значительна в нижней тропосфере, с высотой она уменьшается.

Место формирования тропических циклонов всегда связано с высокой температурой поверхности воды (свыше 26°С), где вода перегрета относительно воздуха более чем на 2°С. Это приводит к усилению испарения, повышению влажности воздуха, что определяет накопление тепловой энергии в атмосфере и способствует вертикальному подъему воздуха. Появляющаяся мощная тяга увлекает все новые и новые объемы воздуха, нагревшиеся и увлажнившиеся над водной поверхностью [14].

Тропические циклоны переносят большое количество энергии от тропических широт в направление умеренных, что делает их важной частью общей циркуляции атмосферы. Благодаря им разница в температуре воздуха уменьшается, что обеспечивает существование более умеренного климата на всей поверхности планеты.

2.2 Районы возникновения тропических циклонов

Районы возникновения тропических циклонов лежат между 20-й и 5-й широтами в каждом полушарии. Между 5-й широтой и экватором тропические циклоны наблюдаются редко, так как сила Кориолиса, отклоняющая перемещение циклона с востока на запад (рисунок 3), здесь слишком мала, чтобы могла развиться сильная циклоническая циркуляция. Тропические циклоны развиваются только над поверхностью океанов; над сушей они не образуются. Но если возникший циклон попадает на сушу, здесь он быстро затухает. Продолжительность существования отдельных тропических циклонов от нескольких суток до 2–3 недель.

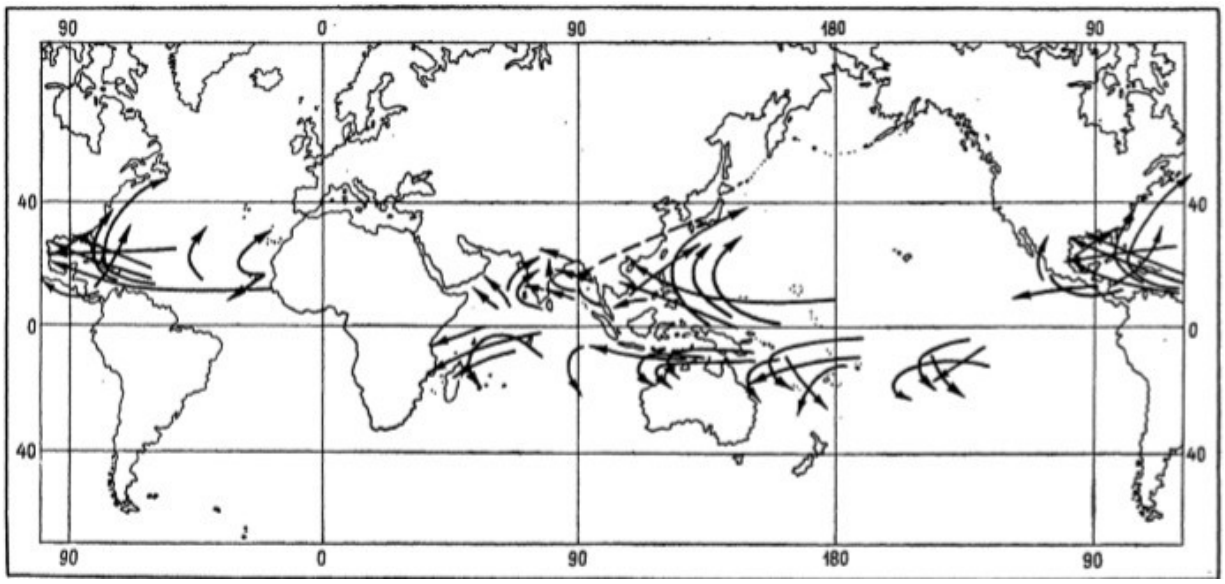


Рисунок 3 – Основные траектории перемещения тропических циклонов [14]

Тропические циклоны при зарождении имеют вид небольших и неглубоких депрессий со слабой силой ветра. Зародившись, они начинают двигаться к западу. При движении их размеры, глубина и скорость ветра увеличиваются. У некоторых циклонов этот процесс идет очень быстро, и они развиваются в ураганы.

Через некоторое время траектория циклонов изгибается к северо-западу, затем к северу и, наконец, к северо-востоку (в северном полушарии) (рисунок 3). Некоторые из них обрушиваются на сушу, другие существуют только над океанами.

Чаще всего тропические циклоны возникают в северной части тропической зоны Тихого океана. Среднее годовое количество циклонов здесь около 30. Больше всего их наблюдается в конце лета: в августе и сентябре (рисунок 4, кривая 1). Значительно реже возникают циклоны в северной части тропической зоны Атлантического океана. Здесь среднее годовое количество циклонов составляет примерно десять. Наибольшая повторяемость также отмечается в августе и сентябре (рисунок 4, кривая 2). Примерно столько же циклонов возникает в юго-западной части тропической зоны Тихого океана. Здесь наибольшее число их возникновения отмечается в январе (рисунок 4, кривая 3). В Индийском океане циклоны возникают реже: в среднем наблюдается 2–3 циклона в год. Здесь ход повторяемости циклонов по месяцам имеет бимодальный характер, то есть наблюдается два максимума: в мае и в ноябре (рисунок 4, кривые 4 и 5) [14].

Традиционно существует следующее деление Мирового океана на регионы зарождения тропических циклонов в Северном полушарии:

- Северо-запад Тихого океана (I регион)
- Северо-восток Тихого океана (II регион)
- Атлантический океан (III регион) - Север Индийского океана (IV регион) в Южном полушарии:
- Юг Индийского океана (V регион)
- Юг Тихого океана (VI регион)

• Юг Атлантического океана (VII регион) [13].

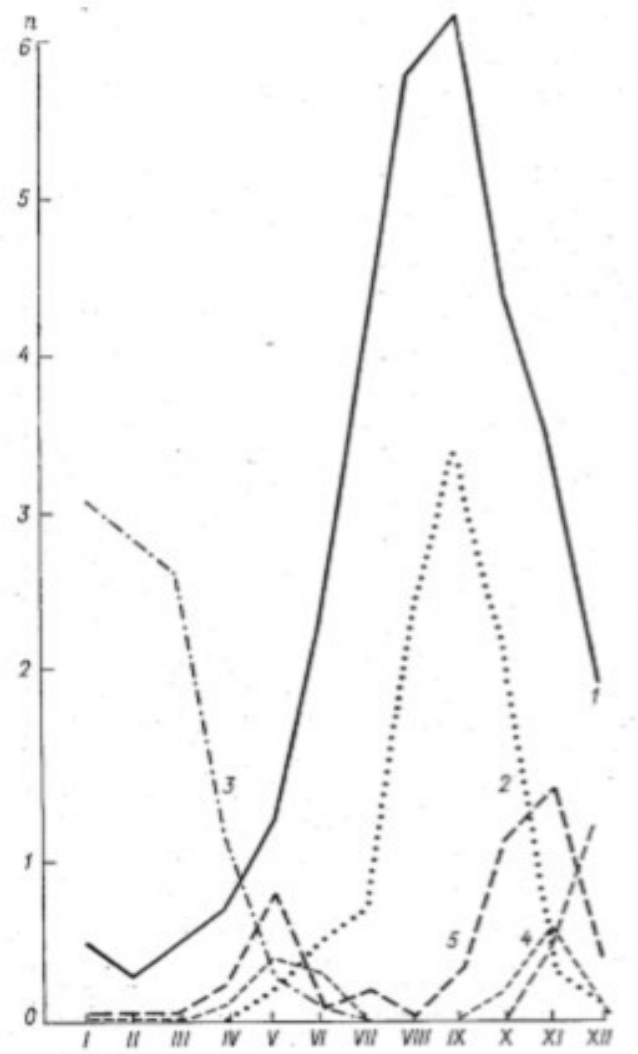


Рисунок 4 – Годовой ход повторяемости возникновения циклонов в различных районах тропической зоны. 1 — северная часть тропической зоны Тихого океана, 2 — северная часть тропической зоны Атлантики, 3 — юго-западная часть тропической зоны Тихого океана, 4 — Аравийское море, 5 — Бенгальский залив, n — среднее месячное число циклонов [14]

Если скорость ветра тропического циклона превышает 60 км/ч, то ему присваивается личное имя. Делают это для того, чтобы не путать их, особенно когда в одном регионе действует одновременно несколько тропических штормов.

Тропические циклоны — сравнительно редкое явление. Их возникновение зависит от наличия определенных условий в атмосфере и на подстилающей поверхности. В исходный момент времени на приземной синоптической карте начальное циклоническое возмущение может быть представлено ложбиной или небольшой областью пониженного давления, очерченной одной замкнутой изобарой.

Образование замкнутой циркуляции – только начало формирования циклона. Для длительного поддержания циклонической циркуляции необходимо снабжать молодой циклон энергией. Энергию циклон получает с поверхности океана.

Тропические циклоны образуются там, где наблюдаются высокая температура поверхности воды (выше 26˚С), а разность температур вода – воздух более 2˚С. Это приводит к усилению испарения, увеличению запасов влаги в воздухе, что определяет накопление тепловой энергии в атмосфере и способствует вертикальному подъему воздуха.

Основной механизм передачи энергии состоит из цепочки фазовых превращений воды. Влажный воздух, вовлеченный в сильно развитую конвекцию во влажно-неустойчивой атмосфере, в процессе конденсации выделяет большое количество тепла. Тепло переходит в кинетическую энергию циклона. Происходит диссипация кинетической энергии за счет трения, но циклон непрерывно пополняется новыми порциями энергии, поступающими через механизм конвекции. Если поступление энергии больше её диссипации, циклон развивается, если диссипация равна поступлению энергии, то циклон остается в неизменном состоянии, если диссипация больше поступления энергии, то циклон заполняется.

Таким образом, тропические циклоны образуются при сочетании следующих условий:

- наличие начального циклонического возмущения;
- температура поверхности океана не менее 26 °С, а разность
- температур вода – воздух более 2˚С;
- неустойчивость атмосферы, благоприятная для развития конвекции [22].

2.3 Эволюция тропических циклонов

Существует большое количество классификаций тропических циклонов, в основном – по интенсивности, которая определяется скоростью ветра. Во Всемирной метеорологической организации принято следующее разделение тропических циклонов по стадиям их развития (таблица 2).

Таблица 2 – Классификация тропических циклонов по стадиям эволюции [22]

Стадия тропического циклона	Сокращенное обозначение	Скорость ветра, км/ч (м/с)
Тропическая депрессия	TD (Tropical depression)	55–60 (15–17)
Тропический шторм	TS (Tropical storm)	65–83 (18–23)
Сильный тропический шторм	STS (Strong tropical storm)	86–115 (24–32)
Тропический циклон	TC (Tropical cyclone)	Более 115 (32)
Тайфун	TY (Typhoon)	
Ураган	HR (Hurricane)	

Шкала Саффира-Симпсона, основанная на скорости ветра и используемая в Карибском море, Мексиканском заливе, Северной Атлантике, восточной и центральной части северной части Тихого океана, измеряет силу урагана по шкале от 1 до 5:

- ураган 1 категории – ураган с максимальной устойчивой скоростью ветра 75–90 миль в час;

- ураган 2 категории – ураган с максимальной устойчивой скоростью ветра 154–177 км/ч;
- ураган 3 категории – ураган с максимальной установившейся скоростью ветра 178–209 км/ч;
- ураган 4 категории – ураган с максимальной устойчивой скоростью ветра 130–150 миль в час (210–249 км/ч);

ураган 5 категории – ураган с максимальной устойчивой скоростью ветра более 150 миль в час (249 км/ч). [20]

В процессе развития циклон может менять интенсивность и от тропического возмущения эволюционировать до урагана. Но не все циклоны достигают ураганной силы.

Тропические циклоны имеют четыре стадии развития.

1. Стадия формирования.

Стадия начинается с появления первой замкнутой изобары. В этой стадии ветры не достигают ураганной силы, а давление в центре циклона на уровне моря не ниже 1000 гПа. Циклон перемещается с востока на запад. В стадии формирования есть два типа развития циклона: медленный и взрывной. Медленный тип формируется несколько суток, взрывной – не более 12 часов; за это время циклон очерчивается несколькими замкнутыми изобарами.

2. Стадия молодого циклона.

Вторая стадия развития начинается, когда давление в центре падает ниже 1000 гПа и хотя бы в одном месте в циклоне ветер достигнет ураганной силы. Возможны также два типа развития. При первом типе после короткого периода ураганного ветра в одной из частей циклона он начинает быстро заполняться и затем долгое время существует в виде слабой депрессии. При втором типе развития циклон резко углубляется, давление в центре быстро падает. Вокруг центра ураганные ветры образуют плотное кольцо. Из шкваловых облаков

образуется система, состоящая из сходящихся у центра узких спиральных полос, которые охватывают небольшую область.

3. Стадия зрелости.

Прекращение падения давления в центре циклона означает начало стадии зрелости. В этой стадии не происходит дальнейшее увеличение скорости ветра. Зона ураганных ветров растет вширь. Если в стадии молодого циклона ураганные ветры занимают площадь радиусом 30–50 км, то в стадии зрелости эта площадь увеличивается до радиуса 300–350 км. Для стадии зрелости характерно нарушение симметрии. Область штормов распространяется вправо от направления движения центра значительно дальше, чем влево. Стадия зрелости обычно длится несколько дней. Отмечены случаи существования циклона в этой стадии около недели. В этой стадии можно встретить разные по размерам циклоны. Есть циклоны радиусом 100–200 км, но также наблюдались циклоны с радиусом 1000 км.

4. Стадия затухания.

Начало заполнения циклона является началом последней стадии его жизни. Чаще всего затухание начинается с того момента, когда тропический циклон покидает тропические широты и постепенно заполняется. После выхода в умеренные широты циклон может превратиться в циклон внетропических широт. Может случиться и так, что тропический циклон, оставаясь в тропиках, входит на материк. Здесь он заполняется, однако при этом успевает произвести много разрушений. Только в очень редких случаях тропические циклоны заполняются над океанами [22].

2.4 Структура тропических циклонов

Примерная структура тропического циклона была известна давно, однако только в последнее время появились достаточно надежные данные наблюдений и спутниковые снимки, которые значительно помогли уточнить распределение метеорологических величин в тропических циклонах. Начиная с середины XX

века специально оборудованные самолеты начали совершать полеты внутри тропических циклонов и обеспечили данные, на основе которых можно представить структуру тропического циклона. Самолётные исследования ураганов выполняют, так называемые, «охотники за ураганами» (Hurricane Hunters) и выполняют полёты только в определённых зонах тропических циклонов, удачно маневрируя в областях неураганных ветров.

Далее будут рассмотрены основные метеорологические параметры тропических циклонов.

1. Приземное давление.

Давление в центре тропических циклонов обычно составляет 950–960 гПа. Рекордно низкое давление в центре циклона достигло 877 гПа. Для тропических циклонов характерны большие градиенты давления: 14–17 гПа/100 км. В отдельных циклонах градиенты достигали 60 гПа/100 км [22].

2. Ветер.

В циклонах северного полушария ветры направлены против часовой стрелки, в южном полушарии – по часовой стрелке. Максимальные скорости ветра у поверхности земли в области тропического циклона могут достигать 360 км/ч. Скорость ветра в центре циклона небольшая и, как правило, находится в пределах 0–18 км/ч. С удалением от центра скорость увеличивается, достигая на некотором расстоянии максимальных значений. Расстояние пояса максимальных ветров от центра циклона может быть самым различным: от 10 до 150 км. Далее к периферии циклона скорость ветра снова уменьшается.

С высотой скорость ветра в тропическом циклоне убывает. До высоты поверхности 500 гПа скорость ветра убывает незначительно, выше этого уровня она уменьшается намного быстрее. На уровне 200 гПа скорость ветра примерно в два раза меньше, чем на уровне 500 гПа (рисунок 5).

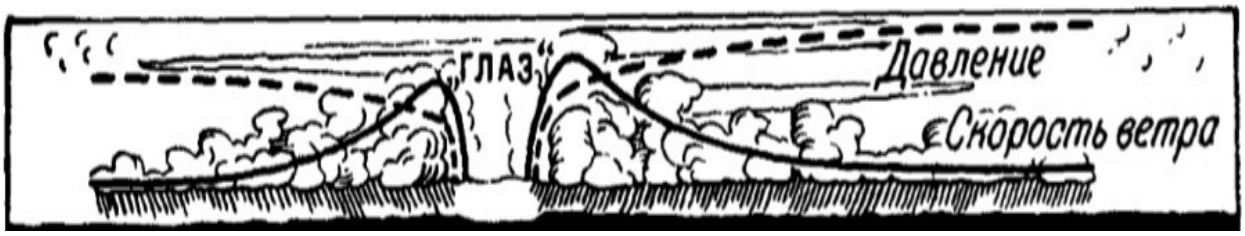


Рисунок 5 – Схема строения тропического циклона [14]

3. Температура воздуха.

Тропические циклоны имеют теплую центральную часть. Вблизи поверхности наблюдаются слабые температурные градиенты. Приземный воздух при приближении к центру циклона увеличивает свое теплосодержание. Это происходит из-за того, что тропический циклон получает большое количество энергии от сильно возмущенной поверхности океана. При этом огромное количество воды выбрасывается в воздух в виде брызг. Трудно определить границу, где кончается океан и начинается атмосфера. На периферии циклона волнение меньше и перенос тепла не так активен.

Вне глаза бури температура примерно одинакова, внутри его – значительно выше. В зоне интенсивного выпадения осадков она несколько ниже, чем в окружающих районах. Зона увеличенных градиентов температуры обычно наблюдается на границе области, окружающей глаз бури. На изобарической поверхности 850 гПа температура воздуха в центре циклона выше окружающей примерно на 2 – 3 ˚С, 700 гПа – на 5 – 6˚С, 500 гПа – на 7 – 8 ˚С и на 300 гПа – на 9 – 10 ˚С.

4. Облака.

В тропических циклонах развивается мощная облачность, причем в центре обычно имеется безоблачное пространство, называемое глазом бури. Однако глаз бури не полностью лишен облаков. Здесь часто обнаруживаются облака на разных уровнях. Но по сравнению с остальными частями тропического циклона в глазе бури их намного меньше.

Окаймляет глаз бури стена облаков, имеющая большую вертикальную протяженность, часто достигающая 15 км. Стена состоит из кучево-дождевых облаков, слившихся в полосы. Облачные полосы в хорошо развитом циклоне могут достигать длины в среднем 300–400 км. В одном циклоне их может быть несколько (рисунок 6).

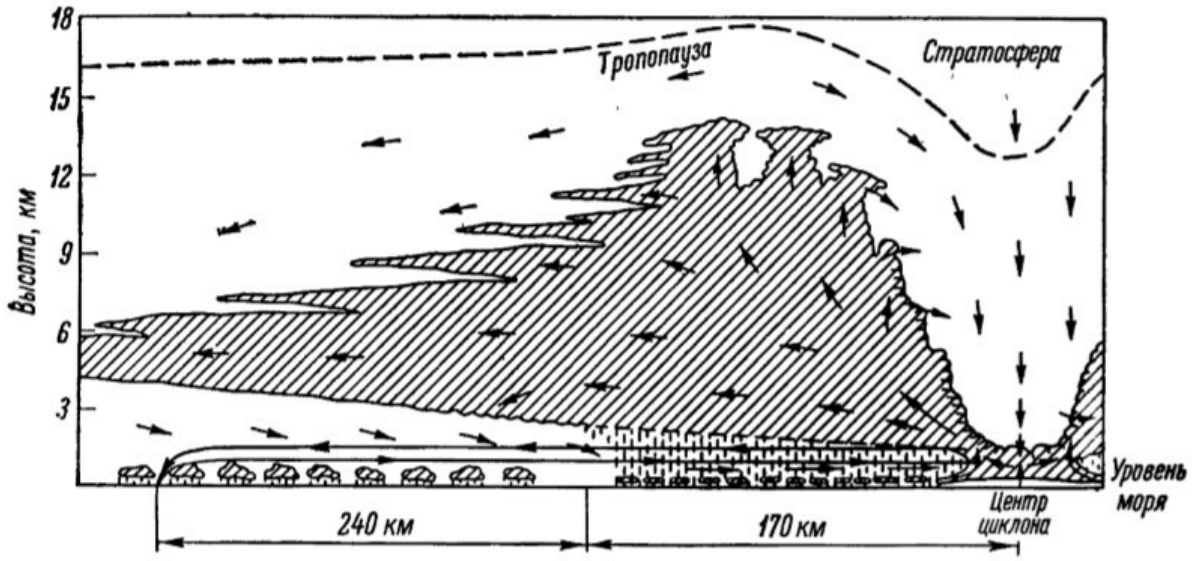


Рисунок 6 - Схематический вертикальный разрез тропического циклона

Стрелками показано движение воздуха, идущее вниз в центральной воронке и вверх по спирали – по ее бокам; косая штриховка – главное и второстепенные облака; вертикальные штрихи – дождь [14]

5. Осадки.

Сведения об осадках во время прохождения тропических циклонов противоречивы. Это объясняется большими трудностями проведения точных измерений во время штормовой погоды. При измерении на суше из-за сильных ветров в осадкомер поступает вода, поднятая с поверхности земли и водоемов. При измерении на морских судах во время шторма трудно отделить осадки от морских брызг.

За время прохождения через станцию тропического циклона выпадает в среднем примерно 500 мм осадков. В отдельных случаях их количество может достигать 2500 мм. Для сравнения в большинстве районов умеренных широт годовое количество осадков составляет в среднем 600–800 мм. Получается, что количество осадков, выпадающих при прохождении одного тропического циклона, обычно примерно равно годовому количеству осадков умеренной зоны.

6. Глаз бури.

Центральную часть тропического циклона называют глазом бури. Глаз бури — исключительное явление, которое поражает особенностями своего развития и поведения. Когда глаз бури хорошо выражен, на его границе осадки внезапно прекращаются, небо проясняется, ветер значительно ослабевает, иногда до штиля.

Поскольку воздух в тропическом циклоне движется по криволинейным траекториям, на него действует центробежная сила. По мере приближения к центру циклона радиус кривизны траектории воздушных частиц уменьшается и, следовательно, центробежная сила увеличивается. Наконец, на некотором критическом расстоянии от центра центробежная сила становится настолько значительной, что противостоит движению частицы воздуха дальше к центру [14].

У поверхности земли температура воздуха внутри глаза бури мало отличается от температуры вне его. С увеличением высоты температура воздуха внутри глаза бури начинает заметно увеличиваться по сравнению с температурой воздуха в окружающих районах. Максимальные горизонтальные градиенты отмечаются на границе глаза бури. Высокая температура воздуха внутри глаза бури объясняется нисходящими движениями воздуха в центральной части тропического циклона.

Внутри глаза бури давление значительно меньше, чем в других частях циклона (рисунок 5). Внутри самого глаза бури давление обычно распределяется равномерно. Однако отмечены случаи падения давления в направлении от границ глаза к центру.

Средний диаметр глаза бури в циклонах в стадии максимального развития равен 20–25 км, а в разрушительных ураганах и тайфунах он составляет 60–70 км. Значительное увеличение размеров глаза бури обычно свидетельствует о падении интенсивности тропического циклона. В затухающем циклоне не всегда удается определить размеры глаза бури, так как его границы сильно размываются, и форма становится неопределенной. В слабо развитых циклонах глаз бури может отсутствовать [22].

2.5 Прогноз перемещения тропических циклонов

Направление и скорость перемещения тропических циклонов подчиняются тем же закономерностям, которые свойственны циклонам умеренных широт: они смещаются с ведущими потоками, которые формируются барическими системами более крупного масштаба.

В низких широтах скорость движения тропических циклонов невелика, в среднем она составляет около 20 км/ч. по мере увеличения широты скорость может возрастать до 30–50 км/ч. При переходе на материк скорость движения тропических циклонов, как правило, резко уменьшается.

Поскольку тропические циклоны зарождаются в северном полушарии на южной стороне Азорского и Северо-Тихоокеанского антициклонов, то в соответствии с характером движения воздуха в таких системах ураганы и тайфуны движутся в океане сначала к западу, а затем, по мере приближения к восточным берегам Северной Америки и Азии, начинают смещаться к северо-западу и северу [5].

При достижении широт с преобладающим западным течением они поворачивают на восток. Однако не все тропические циклоны достигают районов западных ветров. Многие доходят до материка и заполняются там.

В разных районах тропиков движение циклонов имеет свои известные особенности, которые учитываются при составлении прогнозов. Например, тайфуны, возникающие вблизи Филиппинских островов, часто с основной траектории, направленной с востока на запад, сворачивают к северу и северовостоку. Иногда они проходят через Восточно-Китайское море, обрушиваются на Японию и Приморский край и проникают дальше к северу в Охотское море и на Камчатку. При перемещении основным путем (на запад) под их воздействие попадает Южный Китай и п-ов Индокитай. В июне и октябре тайфуны проходят южнее Японии, а с июля по сентябрь обычно перемещаются в более северные широты.

Исследования показывают, что ориентация и размер зоны формирования тайфунов изменяются от месяца к месяцу. Южная граница формирования тайфунов остается почти неизменной. От мая к августу размер области формирования тайфунов увеличивается, а от августа к ноябрю – уменьшается (рисунки 7а и 7б).

а) б)

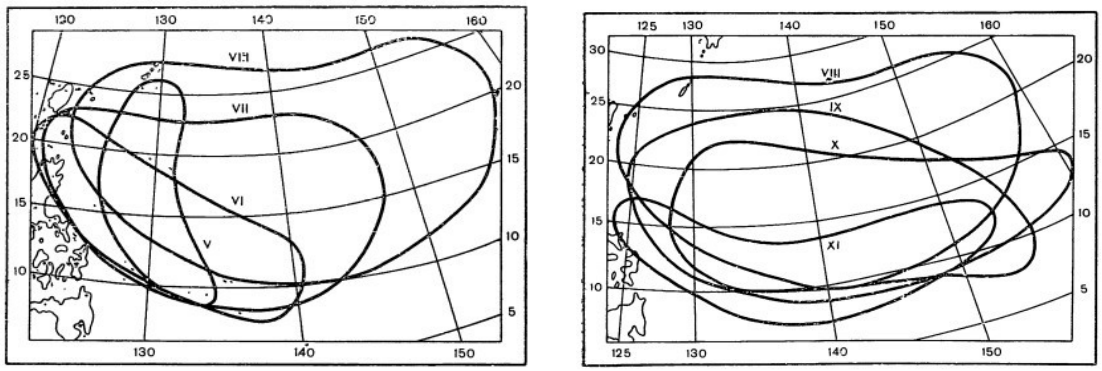


Рисунок 7 – Зоны зарождения тайфунов в мае – августе (а) и в августе – ноябре (б) [14]

Наиболее активная тайфунная деятельность отмечается в период с июля по октябрь, на долю этих четырех месяцев приходится около 70% годового числа тайфунов. Наибольшая повторяемость тайфунов отмечается в августе – сентябре.

Средняя продолжительность существования тайфуна 6–8 суток, а максимальная – 18 суток. Наибольшая продолжительность жизни наблюдается у тех тайфунов, которые проникают в умеренные широты и трансформируются там во внетропические циклоны [4].

В настоящее время существуют способы слежения за движением тропических циклонов: с помощью спутниковых и радиолокационных данных. Однако обычного слежения недостаточно для предсказания их будущего перемещения. Предпринято немало попыток разработать надежные методы прогноза перемещения тропических циклонов. С каждым годом эти методы становятся совершеннее и точнее.

Один из используемых способов в наше время – это экстраполяция по данным о последовательности перемещения тропических циклонов за последние сутки через 6 часов. Наиболее точные результаты получаются при движении циклона к западу в низких широтах. Однако формальную экстраполяцию нельзя применять, если циклон «петляет» или резко меняет направление.

Также существуют карты траекторий движения тропических циклонов. Эти карты стали основой для климатологического способа прогноза. Его идея сводится к предположению, что наблюдаемый циклон будет перемещаться в том же направлении и с той же скоростью, как и циклон, наблюдавшийся ранее в том же месте и в тот же месяц. Так как для некоторых мест и месяцев циклоны имеют тенденцию перемещения по уже известному ранее пути, климатологический способ прогноза дает часто неплохие результаты. Этот

способ имеет существенное преимущество перед способом экстраполяции. При его использовании не нужно знать точного предыдущего положения циклона. На практике часто используют разные комбинации способа экстраполяции и климатологического способа [22].

Третий, не менее важный, способ прогнозирования перемещения циклонов – это гидродинамическое моделирование. Автоматизированная оперативная технология краткосрочного прогноза полей метеорологических элементов и тропических циклонов осуществляется на основе негидростатической мезомасштабной модели WRF-NMM (WRF – Weather Research and Forecasting, NMM – Nonhydrostatic Mesoscale Model), разработанной в США.

2.6 Мониторинг и прогнозирование тропических циклонов в Дальневосточных регионах России

В настоящее время в Дальневосточном научно-исследовательском гидрометеорологическом институте разработана и применяется автоматизированная технология краткосрочного (с заблаговременностью до 72 часов) прогноза положения тропических циклонов северо-западной части Тихого океана с использованием численной региональной модели HWRF. Испытание метода проводилось в течение 2014–2016 гг. в Дальневосточном научно-исследовательском гидрометеорологическом институте. Оценка надёжности метода прогноза положения тропических циклонов проводилась по таким критериям, как ошибка положения, скорости и направления их перемещения [22].

Качество метода прогноза положения, скорости и направления перемещения тропических циклонов северо-западной части Тихого океана может быть отнесено к категории «хорошо». Дополнительно рассчитывались прогнозы минимального давления и максимального ветра в тропических циклонах. Оценки надёжности этих параметров имеют удовлетворительное качество.

Средняя ошибка прогноза положения тропических циклонов указанным методом не превышает 91, 170, 258 км на период 24, 48 и 72 ч, соответственно, что вполне сравнимо по качеству с оценками специализированных метеорологических центров Японии и США: Japan Meteorolgical Agency (JMA) и Joint Typhoon Warning Centre (JTWC) – ведущего метеорологического агентства по изучению тропических циклонов – Объединенного центра предупреждения о тайфунах США. Помимо этого, рассчитывались прогнозы минимального давления и максимума ветра в тропических циклонах. Качество оценки надёжности этих параметров находится на достаточно хорошем уровне. Метод одобрен решением Центральной методической комиссией Росгидромета по гидрометеорологическим и гелиогеофизическим прогнозам от 20 июня 2017 г. и используется для практического применения в оперативно-прогностической работе дальневосточных подразделений Росгидромета.

Движение тропических циклонов является конечным результатом комплексного взаимодействия внешних и внутренних влияний различного масштаба. Что касается тропических циклонов, выходящих на Дальневосточные регионы России, то они после возникновения сначала смещаются в западном и северо-западном направлениях [20].

Затем они совершают поворот, достигая точки у тропика Рака (23 град. 26 мин к северо-востоку от экватора), и далее двигаются на север, северо-восток. 1058 тропических циклонов, которые образовались в северо-западной части Тихого океана за период с 1970 по 2011 годы, были проанализированы Г. Г. Тараканoвым и им определена численность таких циклонов, выходящих на Дальневосточные регионы России. Данными исследованиями было установлено, что в тропических циклонах с Дальнего Востока России можно выделить 4 основных типа траекторий (рисунок 8).

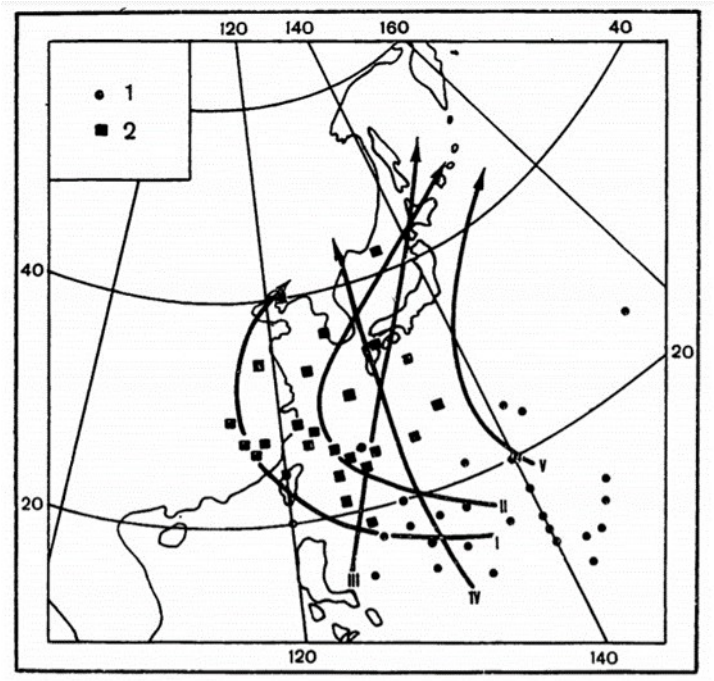


Рисунок 8 – Типы траекторий тропических циклонов, выходящих на Дальний Восток России

1 – районы зарождения тайфунов, выходящих на Приморский край, 2 – точки поворота тайфунов, выходящих на Приморский край [16]

Больше всего тайфунов выходит на северную часть Японского моря и на Приморский край. Сравнительно мало тайфунов смещается на остров Сахалин или проходит вблизи него. На Приморский край, Сахалин, и Курильские острова в год в среднем выходит до 3–4 тайфунов.

Тайфуны, выходящие на Приморский край, Сахалин и Курильские острова, приносят большой материальный ущерб народному хозяйству. Сильные ливневые дожди приводят к наводнениям. Максимальные скорости ветра отмечаются преимущественно на побережье, где на усилении ветра сказывается влияние орографии местности [15].

Анализ всех случаев выходов тропических циклонов на Дальний Восток России позволил выделить четыре основные группы их траекторий. Средние траектории для этих групп представлены на рисунке 2.2 сплошными чёрными линиями. Как примеры конкретных тропических циклонов, воздействовавших на Дальний Восток России, приведены траектории тропических циклонов «Дина» (I группа), «Тэд» (II группа), «Тип» (III группа), «Пэт» (IV группа).

Наибольшей интенсивностью отличаются циклоны IV-й группы с траекторий над открытым морем. Обычно они достигают северных Курил и юга Камчатки, имея давление в центре 950–970 гПа, скорость ветра 90–108 км/ч и сопровождаются сильными дождями. Циклоны, движущиеся по траекториям первых трёх групп, обычно пересекают участки суши, а потому достигают Дальнего Востока России ослабленными: давление в центре составляет 970–990 гПа, скорость ветра – 65–90 км/ч. [15].

3. Оценка влияния тайфунной деятельности на инфраструктуру Приморского края

3.1 Краткое описание тайфунов

Таблица 3 – Параметры тайфунов, выходящих к Приморскому краю с 2011 по 2020 гг [составлено автором]

№	Название тайфуна	Дата зарождения	Скорость ветра, средняя (м/с)	Давление (гПа)	Осадки, среднее (мм)	Максимальная высота волн (м)
1	TALAS	23.08.2011	19-23	995	106-120	7
2	BOLAVEN	19.08.2012	15-27	982	37-70	10
3	SANBA	10.09.2012	23-28	970	90-107	7
4	GONI	13.08.2015	27-32	985	60-102	9
5	LIONROCK	16.08.2016	25-33	980	115- 150	5
6	TALIM	17.09.2017	17-22	975	48-50	9
7	SOULIK	15.08.2018	25-30	994	126-147	8
8	KROSA	05.08.2019	20-24	980	33-65	7
9	MAYSAK	27.08.2020	30-39	974	120-130	7
10	HAISHEN	01.09.2020	20-25	975	78-90	8

TALAS (5 сентября, 2011) (рисунок 9).

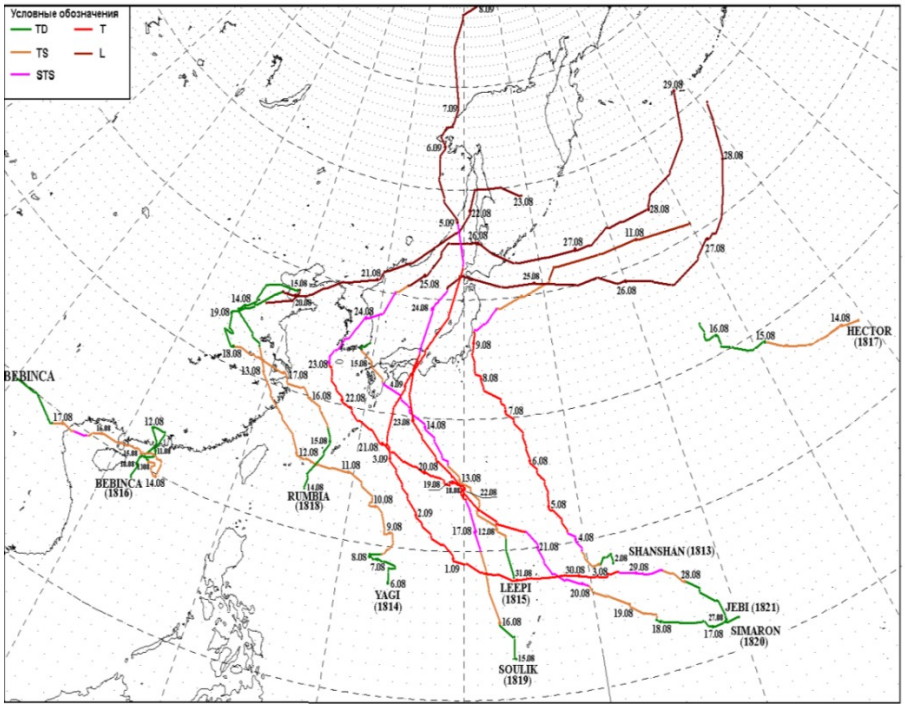


Рисунок 9 – Траектории тропических циклонов в северо-западной части Тихого океана в августе 2011 г. [6]

Тайфун TALAS оказал прямое воздействие на погоду Приморского края. Ночью 5 сентября в восточной половине края начались дожди разной интенсивности. Так на метеостанции Рудная Пристань за ночь зарегистрировано 68 мм, что в полтора раза превысило норму, в Агзу – 36 мм и Тернее – 34 мм. В остальных районах восточного побережья отмечено 1–5 мм осадков. Всего за сутки 5 и ночь 6 сентября количество выпавших осадков в восточных районах края составило 150–250 мм (1–2 месячных нормы). Больше всего пострадал Дальнегорский район. На севере центральных районов Приморья прошли умеренные дожди. Западные и юго-западные районы края, в том числе и Владивосток, оказались в тыловой части циклонического вихря, поэтому здесь отмечались преимущественно умеренные дожди. На побережье зарегистрировано усиление северного ветра порывами до 16–21 м/с. Днем 6 и в ночь на 7 сентября на большей части края продолжались небольшие, местами умеренные дожди. На отдельных станциях западных и центральных районов отмечались сильные дожди с грозами. За весь период с 5-го по 7-е сентября количество выпавших осадков в восточных районах составило 130–265 мм (1–2 месячные нормы), в центральных и западных районах их количество не превысило месячной нормы (36–106 мм). Меньше всего дождей прошло на крайнем западе и юго-западе Приморского края (1–15 мм). Дожди, обусловленные выходом ТЦ TALAS, вызвали подъем уровня воды на большинстве рек Приморского края на 0,5–1,7 м. На реках Красноармейского, Михайловского и Спасского районов подъем уровня достиг 2,0–2,6 м, что привело к подтоплению пойм в верховьях рек Уссури, Илистая и Большая Уссурка.

BOLAVEN (28 августа, 2012) (рисунок 10).

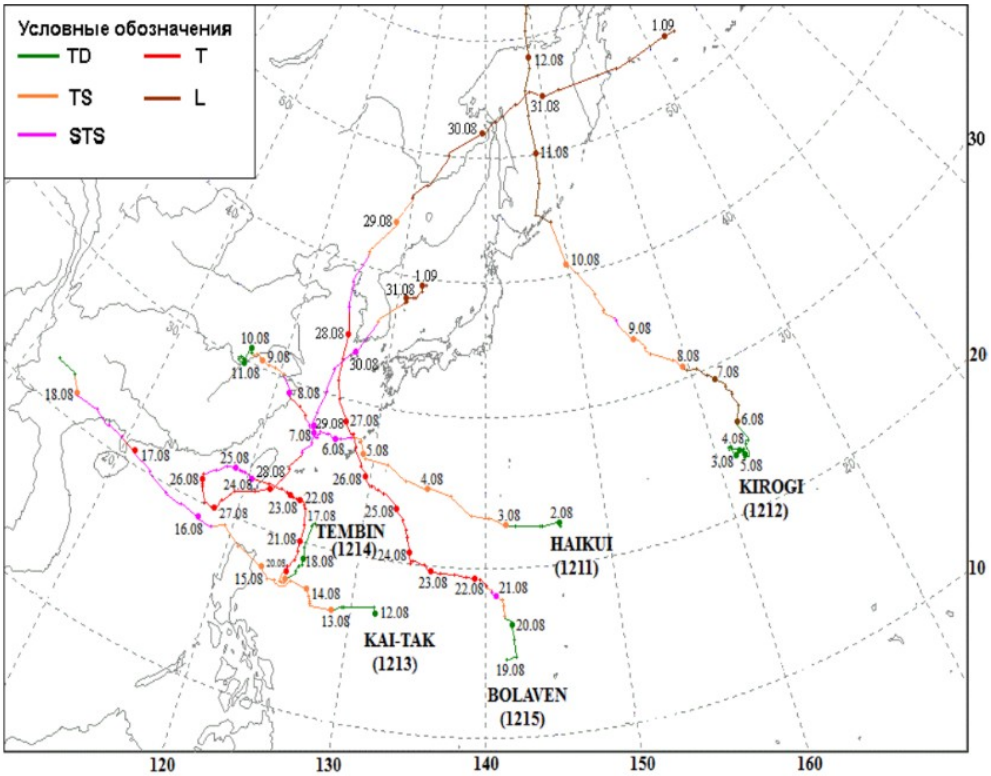


Рисунок 10 – Траектории тропических циклонов в северо-западной части Тихого океана в августе 2012 г. [6]

Влияние тропического шторма BOLAVEN на южные районы Приморья началось днем 28 августа. На южном побережье края усилился юго-восточный ветер до 15–18 м/с. На юго-западе края начался небольшой дождь, распространившийся в ночь на 29 августа на центральные и восточные районы края. В южных и западных районах Приморья наблюдались умеренные осадки, в Хасанском районе сильный дождь (15–37 мм). Осадки в южных районах Приморья сопровождались сильным порывистым ветром: до 15 м/с в континентальных районах и до 24–27 м/с на побережье. Во Владивостоке в течение ночи на 29 августа выпало 5 мм осадков, они сопровождались очень сильным ветром (до 25 м/с с порывами в утренние часы до 31–33 м/с). По сообщениям СМИ ночью и днем 29 августа на юге Приморья и во Владивостоке в результате очень сильного ветра произошло более 70 аварий на линиях ЛЭП,

отмечены перебои в движении водного транспорта, осложнения в работе морских портов, движении на дорогах. Шторм охватил всю акваторию Японского моря. Более 100 российских и зарубежных торговых и промысловых судов были вынуждены искать укрытия в бухтах заливов Ольга и Находка.

SANBA (18 сентября, 2012) (рисунок 11).

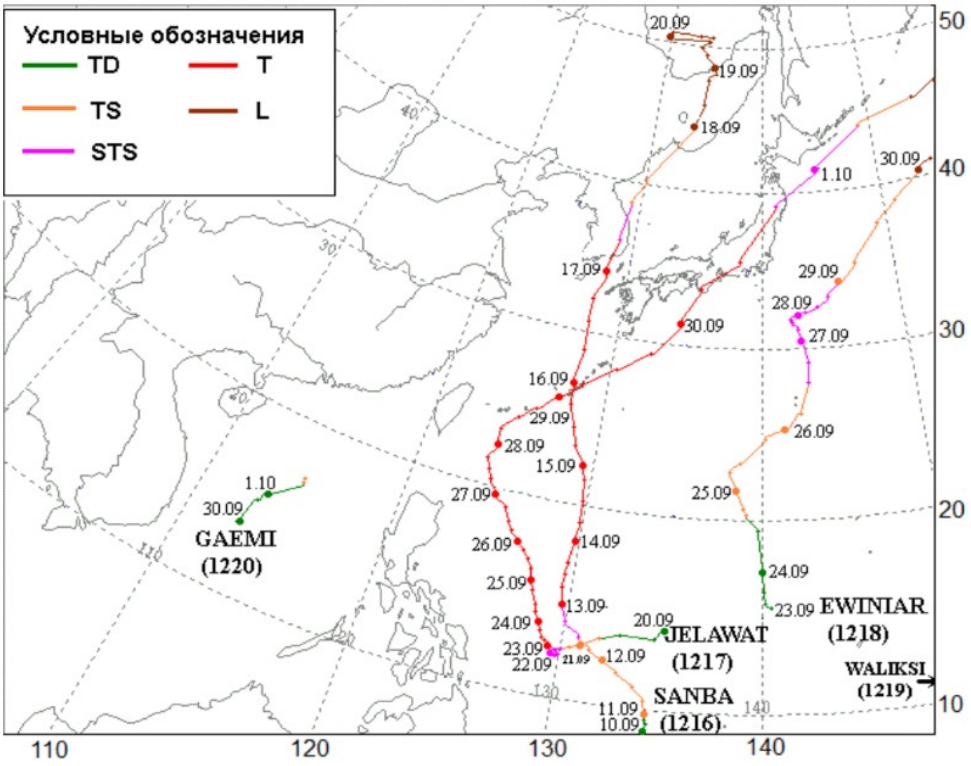


Рисунок 11 – Траектории тропических циклонов в северо-западной части Тихого океана в сентябре 2012 г. [6]

В 12 ВСВ 17 сентября SANBA в стадии тропического шторма вышел на акваторию Японского моря и, заполняясь, продолжил свое движение к берегам Приморья. Затем вдоль западной границы Приморского края вышел на Хабаровский край, окончательно заполнился над юго-западными районами Охотского моря. Время его жизни составило 11 суток. В момент выхода ТЦ на юг Приморья атмосферное давление во Владивостоке понизилось до 970 гПа, порывы ветра достигали 26 м/с, отмечались очень сильные осадки. Тайфуны такой силы на Приморский край выходят редко, примерно один раз в 20 лет. Например, тайфун IRVING (7910) в момент выхода на Владивосток 18 августа

1979 г. имел давление в центре 975 гПа. Продолжительность осадков на юге края составляло 16–43 часа, а общее их количество – от 65 мм в с. Первомайское до 271 мм в районе Кедровой Пади. Утром 18 сентября в районе 44,5° с. ш., 133,0° в. д. (над центральными районами Приморья) SANBA, минуя стадию тропической депрессии, трансформировался во внетропический циклон. В южных и центральных районах края выпало 1–1,5 месячный нормы осадков. По данным Приморского УГМС количество осадков за время дождя (около 1,5 суток) составило: в Лазо 139 мм, в Преображении 129 мм, во Владивостоке 118 мм, в Сад-Городе 106 мм. В северных районах края выпало 21–35 мм дождя. Порывы ветра на юге Приморья достигали 27–30 м/с.

GONI (26 августа, 2015) (рисунок 12).

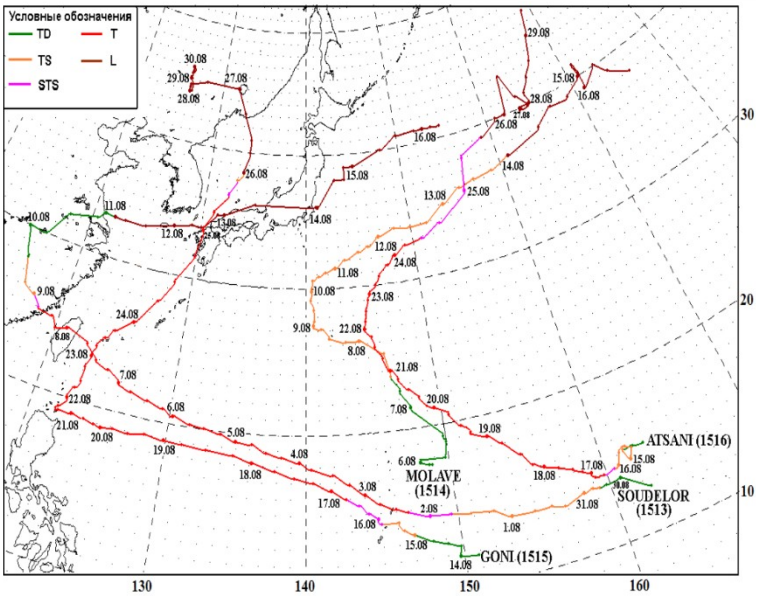


Рисунок 12 – Траектории тропических циклонов в северо-западной части Тихого океана в августе 2015 г. [6]

Тайфун 26 августа 2015 года принёс в Приморье от 50 до 102 мм осадков. Выйдя на более прохладные воды Японского моря в зону умеренных до сильного вертикальных сдвигов ветра, GONI начал быстро слабеть. Смещаясь на север со скоростью 16–20 узлов в направлении российского Дальнего Востока, в 12 ВСВ 25 августа в районе 36,5° с. ш., 132,3° в. д. он стал STS с давлением 980 гПа. Скоростью ветра уменьшилась до 50 порывами 70 узлов в радиусе 270 морских миль от центра. Спустя 6 часов он ослабел до тропического шторма и в 00 ВСВ

26 августа в районе 39,4° с. ш., 133,5 в. д. трансформировался во внетропический циклон, оставаясь еще глубоким вихрем Давление в его центре возросло до 984 гПа, ветры силой 30–45 узлов отмечались в радиусе 350 морских миль. За сутки 25 августа давление в центре бывшего тайфуна GONI выросло на 40 гПа. Далее циклон продолжал смещаться над акваторией Японского моря на север, северо-восток со скоростью 30 узлов. По данным Примгидромета утром (по местному времени) 26 августа во Владивостоке отмечалось усиление северного ветра с порывами к середине дня до 17 м/с и слабый дождь, постепенно усиливающийся. К 19 часам зона осадков распространилась на южную половину края. К этому времени во Владивостоке и пригороде выпало 36–37 мм, в Хасанском районе – от 14 до 21 мм, в Партизанске и Находке − по 10 мм. В 18 ВСВ 26 августа бывший тайфун GONI находился в районе 43,0° с. ш., 133,0 ° в. д. с давлением в центре 990 гПа, скорость ветра составляла 30–35 порывами 45–50 узлов в радиусе 300 морских миль. По состоянию на 07:00 часов утра 27 августа наиболее интенсивные дожди прошли в западных, южных районах Приморского края и на восточном побережье. Во Владивостоке, Находке, Артеме, в Хасанском, Лазовском, Уссурийском, Октябрьском, Ольгинском, Дальнегорском районах за ночь выпало от 50 до 102 мм дождя. По данным ПримГидромета в Пограничном и Хорольском районах сумма осадков составила 265–301 мм (максимальная для западных районов края за последние 40 лет). В северной половине края прошли небольшие и умеренные дожди. В прибрежной зоне порывы ветра достигали 20–29 м/с, на мысовых станциях – до 32 м/с. Во Владивостоке выпало 98 мм осадков (61 % от месячной нормы), максимальные порывы ветра достигали 27 м/с. Поскольку перемещение бывшего тайфуна GONI на север блокировал обширный холодный охотоморский антициклон, циклон изменил траекторию, начал перемещаться на северо-запад, днем 27 августа вышел к оз. Ханка, затем повернул на запад и 28 августа достиг северо-восточных районов Китая, где стал малоподвижным. В последующие двое суток облачность циклонического вихря выносились на территорию Приморского края, вызывая ливневые дожди. Из-за сложной паводковой обстановки 27 августа был введен режим ЧС в шести

районах Приморья: Партизанском, Пограничном, Ольгинском, Октябрьском, Ханкайском, а также в Уссурийском городском округе.

LIONROCK (август-сентябрь 2016) (рисунок 13).

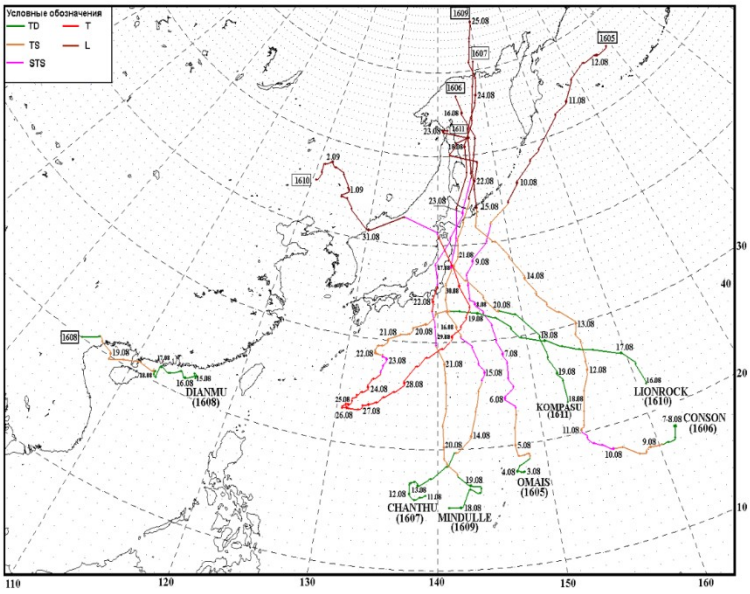


Рисунок 13 – Траектории тропических циклонов в северо-западной части Тихого океана в августе-сентябре 2016 г. [6]

В связи с активизацией циклонической деятельности над Японским морем и влиянием тайфуна LIONROCK МЧС России было объявлено штормовое предупреждение. Соединившийся 30 августа 2016 года с циклоном, он стал причиной обрыва автодорожного и даже интернет-сообщения со многими населёнными пунктами. Сильнее всего пострадали Тернейский, Кавалеровский, Чугуевский и Ольгинский районы. В регионе за три дня выпала трехмесячная норма осадков. Из-за паводка в крае был объявлен режим ЧС федерального уровня. А 4–6 сентября Приморье оказалось под влиянием тайфуна "Немтеун", который принес еще до трех декадных норм осадков. Пострадали 27 из 34 муниципальных образований региона. Стихия нанесла удар по самым больным точкам в транспортной инфраструктуре края, а уровень воды в реках превысил исторический максимум на полтора метра.

За сутки 29 августа в разных районах Приморского края южный циклон обусловил сильные осадки в пределах 40–80 % месячной нормы. Самые интенсивные дожди прошли в южной половине края и в восточных районах (в

Лазо зарегистрировано 115 мм осадков, в Ольге − 107 мм, в Кавалерово − 99 мм). Во Владивостоке за сутки отмечено 23 мм осадков. На 8-ми станциях количество осадков достигло опасных критериев. В поселке Сосуново выпало 289 мм (более 3-месячных норм), что привело к наводнению на реке Светлая. Скорость ветра достигала 24 м/с, на мысовых станциях порывами до 28–30 м/с. 30 августа большая часть Приморского края находилась под влиянием фронтальной облачности. Повсеместно шли дожди, но их интенсивность уменьшилась. Ветер был умеренный до сильного, на побережье сильный. В ночь на 31 августа с выходом трансформированного тайфуна LIONROCK, интенсивность осадков вновь увеличилась. В крае прошли сильные, местами очень сильные дожди. 1 сентября зона сильных дождей распространилась и на территорию Китая (Манчжурию), Приморье оставалось в зоне сильных дождей. Как уже отмечалось, тайфун LIONROCK обрушился на Приморский край после мощного циклона, принесшего ливневые дожди. За сутки 29 августа самое большое количество осадков выпало в Тернейском и Ольгинском районах (105–107 мм). Всего в Приморье выпала трехмесячная норма осадков, из берегов вышли 15 местных рек. В крае из-за паводка объявлен режим ЧС федерального уровня. В зону чрезвычайной ситуации вошли территории Дальнегорского, Уссурийского городских округов: Кавалеровского, Анучинского, Дальнереченского, Лазовского, Михайловского, Ольгинского, Тернейского, Хасанского, Чугуевского, Шкотовского, Яковлевского муниципальных районов.

TALIM (18 сентября 2017) (рисунок 14).

На российский Дальний Восток циклон тропического происхождения начал оказывать воздействие со второй половины дня 18 сентября.

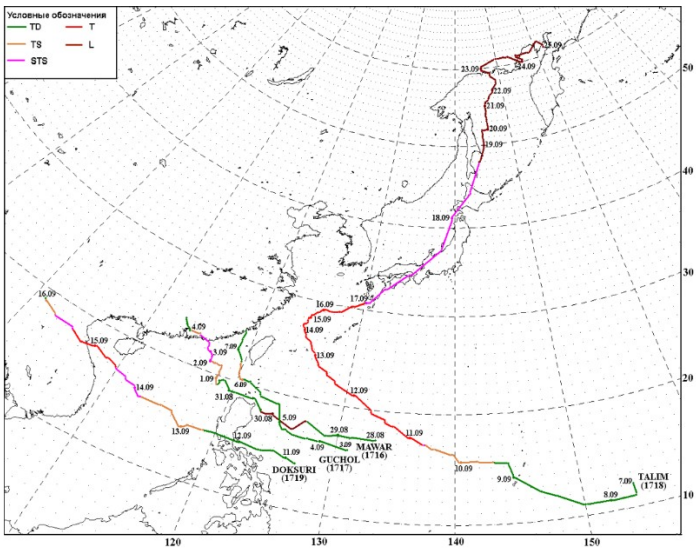


Рисунок 14 – Траектории тропических циклонов в северо-западной части Тихого океана в сентябре 2017 г. [6]

Давление в его центре в этот момент было 975 гПа, ветры силой 30–60 узлов отмечались в радиусе 550 морских миль. По данным Приморского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (УГМС), в связи с прохождением циклона днем 18 и ночью 19 сентября на востоке Приморского края (Дальнегорский городской округ, Кавалеровский, Ольгинский, Тернейский муниципальные районы) прошли дожди, местами сильные. На восточном побережье края ветер достигал 17–22 м/с.

SOULIK (21 августа, 2018) (рисунок 15).

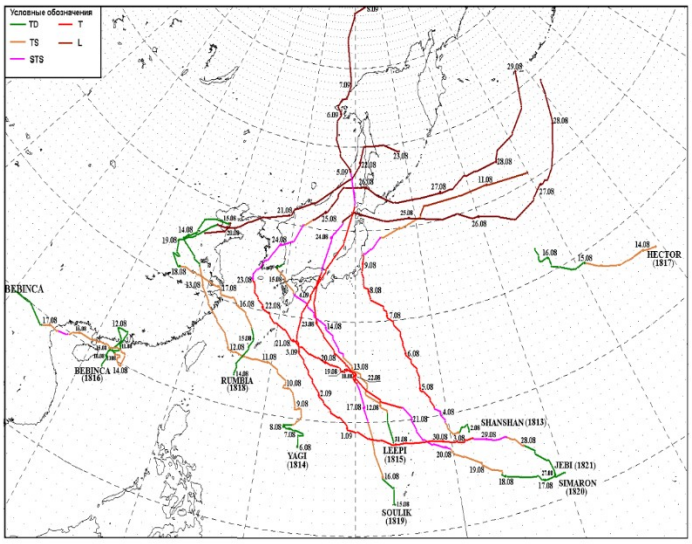


Рисунок 15 – Траектории тропических циклонов в северо-западной части Тихого океана в августе 2018 г. [6]

По данным Приморского УГМС тайфун SOULIK принес в разные районы Приморья от 60 до 80% месячной нормы осадков, что вызвало значительный подъем уровня воды в реках региона. В Полтавке за период 21–25 августа суммарно выпало 147 мм, что составляет 115% месячной нормы осадков, в Уссурийске выпало 109 мм, в Халкидоне 110 мм, в Барабаше 126 мм. В Находке и Партизанске количество выпавших осадков составляло примерно 60 % от месячной нормы. Самая неблагоприятная ситуация сложилась в бассейне реки (Раздольная. В районе села Новогеоргиевка река Раздольная превысила критические уровенные отметки. В Уссурийском районе в малых реках отмечался подъем уровня воды до трех и более метров. На реках юга края подъем уровней дождевого паводка достигал 1,3–3,7 м за сутки. В крае размыло дороги, смыло несколько мостов, ряд сел оказались окружены водой. На южном и восточном побережье края утром и днем 24 августа отмечалось усиление восточного, северо-восточного ветра до 25–30 м/с, на востоке Залива Петра Великого и по району Поворотный-Золотой высота волн достигала 4–6 м. Наблюдался подъем уровня моря вдоль южного и юго-восточного побережья.

KROSA (15 августа, 2019) (рисунок 16).

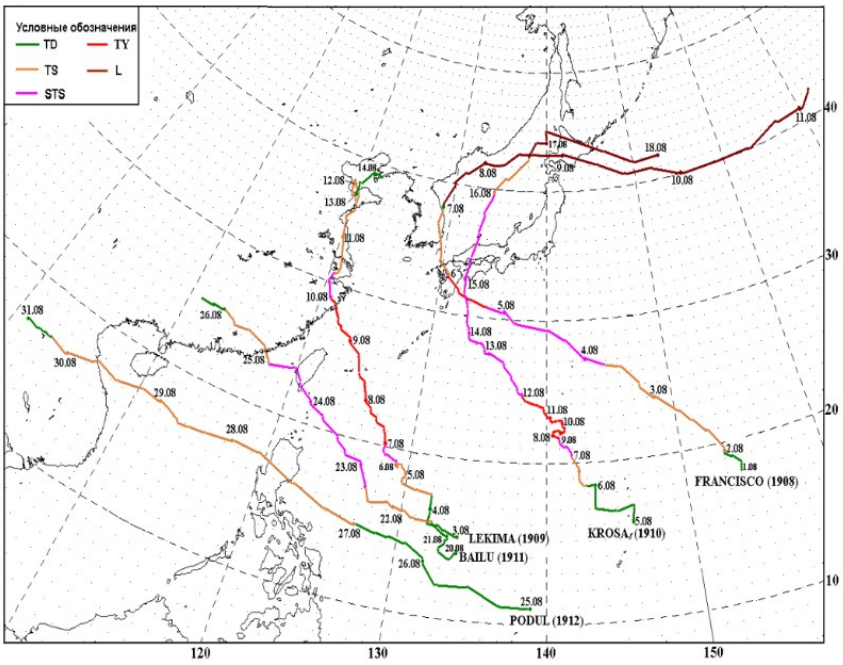


Рисунок 16 – Траектории тропических циклонов в северо-западной части Тихого океана в августе 2019 г. [6]

15 августа тайфун “Кроса” пришёл на территорию Приморского края, принеся сильнейшие дожди и ветер. За 12 часов выпало 30–47 миллиметров осадков. В Хасанском районе за несколько часов выпало 70 процентов месячной нормы осадков — 125 миллиметров. На этих территориях вода в реках поднялась до критических уровней, а малые реки вышли из берегов.

В Красноармейском районе от “большой земли” были отрезаны шесть сёл — Саровка, Новокрещенка, Покровка, Измайлиха, Метеоритное, Лимонники с населением более 700 человек. В аэропорту были отменены рейсы из-за сильных дождей и ветра. Кроме внутренних вылетов из аэропорта, прервано было также автосообщение по нескольким направлениям. Пассажирские автобусы перестали ходить на время катаклизма в Покровку, Липовцы, Уссурийск, Славянку, Большой Камень и Спасск-Дальний. Из-за тайфуна в бухтах Приморья нашли укрытие сотни иностранных судов.

Ускорив движение до 18–20 узлов, в 00 ВСВ 16 августа KROSA достиг центральной части Японского моря, ослабел до тропического шторма с давлением в центре 980 гПа, максимальной скоростью ветра 45 в порывах 65 узлов, продолжал двигаться на северо-восток. В 12 ВСВ 16 августа TS KROSA трансформировался во внетропический циклон с давлением в центре 984 гПа. Ветры силой 30–45 узлов отмечались в радиусе 375 морских миль. Замедлив движение, в 06 ВСВ 17 августа KROSA резко повернул на восток, пересек о. Хоккайдо, ослабев до 998 гПа. В 12 ВСВ он приблизился к Южным Курилам. Утром 18 августа циклон заполнился над северо-западной частью Тихого океана. Приморский край также попал под влияние STS KROSA. Накануне на протяжении продолжительного времени он находился под воздействием активных фронтальных разделов. По данным Приморского УГМС к середине августа количество выпавших осадков на северо-западе и в южных районах края местами уже превышало месячную норму. При приближении TS KROSA специалисты Приморского УГМС выпустили штормовое предупреждение следующего содержания: «В связи с выходом мощного тайфуна Кроса на северо-восточную часть Японского моря и влиянием активного атмосферного фронта,

смещающегося вблизи западных районов Приморского края, ночью 16 августа во Владивостоке, на западе и юго-западе Приморского края, днём 16 и ночью 17 августа на большей территории края ожидаются сильные дожди с количеством 15–45 мм за 12 часов и менее, в отдельных районах очень сильные − 50 мм и более за 12 часов и менее. Дожди на побережье будут сопровождаться ветром 18–23 м/с, у мысов порывами до 30 м/с. Высота волн в Заливе Петра Великого − 2,5–3,5 м, на участке Поворотный – Золотой 4–5 м.» В связи с ожидаемыми сильными и очень сильными дождями создалась угроза формирования наводнений для большей части края. Ожидался подъём уровня воды в реках до 1–2 м, при значительной интенсивности осадков на отдельных участках рек – до 3 м, с выходом воды из берегов, подтоплением прилегающей местности, хозяйственных объектов, населенных пунктов. Наиболее паводкоопасными районами считались Хасанский, Октябрьский, Уссурийский, Пограничный, Ханкайский, Спасский, Партизанский, Шкотовский, Лазовский, Кавалеровский, Дальнегорский, Ольгинский, Тернейский, Дальнереченский и Пожарский. Как уже отмечено ранее, с 11 августа бывший тропический шторм LEKIMA продолжал поддерживать активность малоподвижного атмосферного фронта, влияющего на погоду в Приморье. 15 августа на западные и юго-западные районы Приморского края начал оказывать влияние STS KROSA

Днем 15 августа почти повсеместно в крае прошли дожди различной интенсивности. Больше всего осадков выпало на юго-западе края, к ночи зона сильных дождей распространилась на западные районы. По данным Приморского УГМС общее количество осадков в этих районах достигло 37–63 мм. На юге Хасанского района (в пос. Посьет) в течение суток выпало 125 мм дождя, что соответствует критерию опасного явления. На остальной территории местами наблюдались небольшие и умеренные дожди с количеством до 6 мм. 16 августа погоду в Приморье определяли фронтальные разделы и влияние TS KROSA.

MAYSAK (3 сентября, 2020) (рисунок 17).

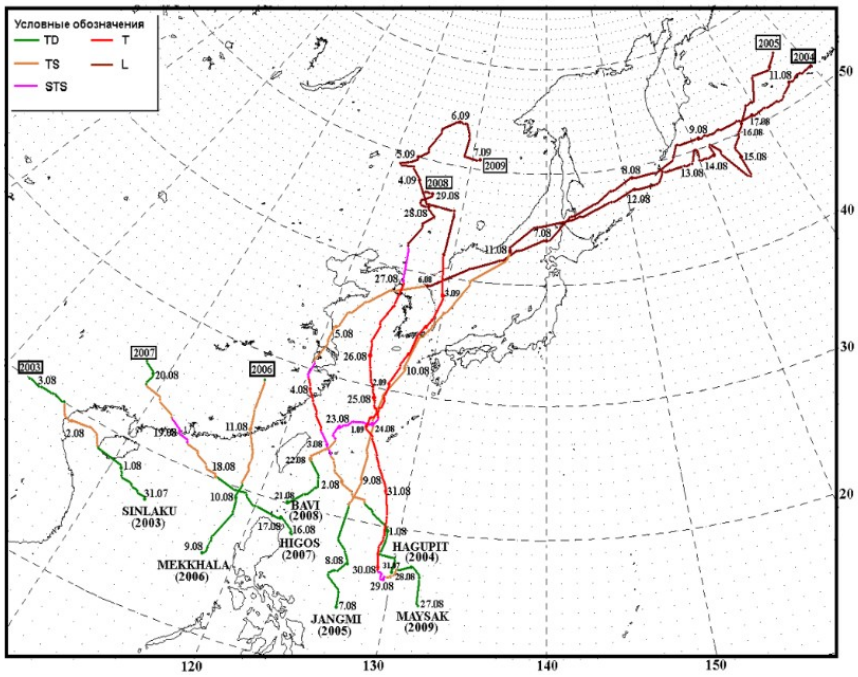


Рисунок 17 – Траектории тропических циклонов в северо-западной части Тихого океана в августе 2020 г. [6]

Тайфун “Майсак” обрушился на Приморье в четверг, 3 сентября. Его основной удар пришёлся на юго-запад региона, где пострадали 70 муниципалитетов, более 150 тысяч человек остались без света, погибли три человека. В селе Лукьяновка Шкотовского района местного жителя придавило деревом. Ещё одно ЧП произошло в Уссурийском заливе, когда стихия выбросила на отмель плавкран "Черноморец-34", погибли два матроса. Всего пострадало от разгула стихии — 55 человек. Во Владивостоке ветер ураганной силы достиг пика в 40 м/с, мысовые станции фиксировали порывы ветра до 43 м/с. Стихия стала причиной множества аварий, сбоев в транспортном сообщении, пострадали крыши и фасады домов.

На Дальнем Востоке России при приближении тайфуна MAYSAK были объявлены штормовые предупреждения в Приморском и Хабаровском краях, Еврейской автономной и Амурской областях. Приморским УГМС заблаговременно было распространено штормовое предупреждение следующего содержания: «В период прохождения тайфуна над Северной Кореей и приграничными районами Китая, днем 3 и ночью 4 сентября в западной

половине края ожидается сильный юго-восточный, южный ветер 15−20 м/с, в отдельных районах очень сильный – 25−27 м/с (ОЯ). На южном побережье ветер усилится до 23–28 м/с, во второй половине дня 3 сентября и первой половине ночи на 4 сентября в г. Владивосток, у мысов Залива Петра Великого ожидается ураганный ветер 33–38 м/с. В Заливе Петра Великого и юге района от м. Поворотный дом. Золотого опасная высота волн 4–5 м, по районам моря 11440 и югу района 11450 – 6−7 м. Вдоль южного побережья Приморского края ожидается подъем уровня моря до критических отметок. На западе и юго-западе края ночью и в первой половине дня 3 сентября ожидается сильный (15−45мм за 12 часов и менее), местами очень сильный дождь (50 мм и более за 12 часов и менее). Ожидается увеличение водности рек, подъемы уровня воды на 0,5–2,0 м, на отдельных участках с выходом воды из берегов. Наиболее паводкоопасные районы: Хасанский, Уссурийский, Октябрьский, Михайловский, Пограничный и Ханкайский.» Ночью третьего сентября, когда тайфун MAYSAK перемещался вдоль Корейского полуострова, Приморский край оказался под его влиянием. В юго-западных районах Приморья начались дожди. К утру осадки прекратились. Ближе к полудню начал усиливаться ветер. С середины дня мысовые метеостанции отмечали порывы ветра от 30 до 43 м/с. В прибрежных районах порывы ветра достигали 28–33 м/с. В континентальной части края скорость ветра составляла 15–23 м/с, на юго-западе − до 29 м/с. Во Владивостоке максимальные порывы ветра составили 40,6 м/с (ураган). По данным Приморского УГМС во Владивостоке ветер такой силы последний раз отмечался в 1969 г. 4 сентября влияние бывшего тайфуна MAYSAK на погодные условия Приморья ослабело. Сместившись на провинцию Хэйлунцзян, циклон замедлил движение, заполнился за сутки 4 сентября на 12 гПа. Продолжая слабеть, 5 сентября он повернул на северо-восток в сторону Амурской и Еврейской автономной областей. К 18 ВСВ 6 сентября циклон заполнился до 1012 гПа, вскоре в районе 51,0° с. ш., 131,0° в. д. прекратил свое существование. Сильные ливни, которые прошли в приграничных провинциях Китая, осложнили паводковую обстановку в Хабаровском крае, Амурской и Еврейской автономной

областях. По данным СМИ в Биробиджане сильный порывистый ветер нарушил энергоснабжение, повалил деревья, повредил крыши и фасады домов. Основной удар стихии от тайфуна MAYSAK пришелся на юго-запад Приморского края, где пострадали 70 муниципалитетов, более 150 тысяч человек остались без света. Режим ЧС муниципального характера был введен в Шкотовском, Партизанском, Надеждинском, Хасанском районах, Артеме и Владивостоке. Наиболее сложная ситуация сложилась в Находке. Четвертого сентября в поселках Новонежино и Подъяпольское Шкотовского района также был объявлен режим чрезвычайной ситуации муниципального характера.

HAISHEN (8 сентября, 2020) (рисунок 18).

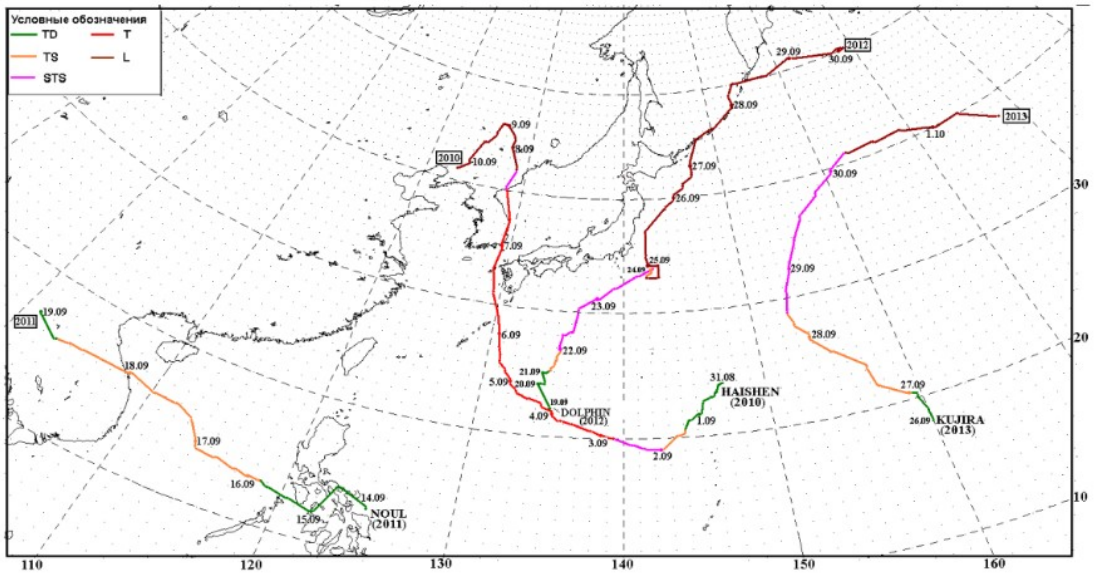


Рисунок 18 – Траектории тропических циклонов в северо-западной части Тихого океана в сентябре 2020 г. [6]

Тайфун “Хайшен” пришёл в Приморский край 8 сентября, ослабев до уровня стандартного циклона. На юго-западе и западе края прошли мощные дожди (от 42 до 90 мм), что вызвало сильный подъём уровня воды. На Приморском побережье ветер местами достигал 22–27 м/с, во Владивостоке фиксировались порывы 30–32 м/с. По данным ПримГидромета, тайфун Хайшен оказался более дождливым, но менее ветреным, чем предыдущий, Майсак, обрушившийся на край несколькими днями ранее.

5 сентября Приморское УГМС заблаговременно оповестило о приближении тайфуна HAISHEN. Днем 7 сентября и 8 сентября ожидалось ухудшение погодных условий. Синоптики сообщили, что в южной половине края ожидаются сильные дожди от 15 до 40 мм за 12 часов и менее. На южном побережье ожидалось усиление восточного, юго-восточного ветра до 25–32 м/с, в континентальных районах − до 15–20 порывами 24 м/с. В заливе Петра Великого ожидалось развитие волн 3–4 м, в портах южного побережья предусматривался подъем уровня моря до критических отметок. Во Владивостоке дождь ожидался с утра 7 сентября, с усилением ветра во второй половине ночи 8 сентября до штормового (до 25–32 м/с). В наиболее паводкоопасных районах (Хасанском, Уссурийском, Октябрьском, Пограничном и Ханкайском) ожидалось формирование новой волны дождевых паводков с резкими подъемами уровня воды на 0,7–2,5 м, на отдельных участках с выходом воды из берегов. По сообщениям пресс-службы Приморского УГМС, в юго-западных и западных районах края в ночь на 8 сентября выпало от 20 до 90 мм осадков. На побережье отмечалось усиление ветра до 28–32 м/с, во Владивостоке − до 30 м/с. Самые интенсивные осадки прошли в Хасанском районе: в Посьете зарегистрировано 78 мм осадков за 8 часов, в Барабаше − 55 мм за 4 часа. В Пограничном выпало 55 мм осадков за 7 часов, а за ночь − 90 мм. В Полтавке количество осадков за 12 часов составило 60 мм, в Хороле − 50 мм. По данным ГО и ЧС муниципальных администраций, дожди, вызванные влиянием тайфуна HAISHEN, спровоцировали повышение уровня рек и нарушение автомобильного сообщения на западе Приморского края. В пяти муниципалитетах районах отмечались переливы воды через полотно дорог, существенно поднялся уровень воды в реках. По состоянию на 10 сентября в Приморском крае продолжались восстановительные работы после сильных дождей, вызванных прохождением тайфунов MAYSAK (2009) и HAISHEN (2010). Режим ЧС муниципального характера действовал в 9 муниципалитетах: Находкинском, Уссурийском и Партизанском городских округах, Партизанском, Надеждинском, Шкотовском, Пограничном, Хасанском и Ханкайском районах.

3.2 Оценка влияния тайфунов на муниципалитеты ПК

Таблица 4 – Воздействие ТЦ TALAS на муниципалитеты ПК [составлено автором по 30]

№	Субъект ПК	Причина возникновения ЧС	Вид источника ЧС	Виды разрушений	Материальный ущерб	Затраты на ликвидацию
1	Спасский ГО, Спасский МР Тернейский МР	Дождевой паводок	Высокие уровни воды наводнения, половодье, дождевые паводки, заторы, ветровые нагоны	Подтоплены ряд населенных пунктов, размыты дороги, повреждены мосты, линии электропередач и связи.	4,42 млн рублей	0,817 млн рублей

Таблица 5 – Воздействие ТЦ BOLAVEN на муниципалитеты ПК [составлено автором по 31]

№	Субъект ПК	Причина возникновения ЧС	Вид источника ЧС	Виды разрушений	Материальный ущерб	Затраты на ликвидацию
1	Яковлевский, Партизанский, Лазовский, Чугуевский, Анучинский, Шкотовский, Михайловский, Дальнереченский МР, Арсеньевский ГО, Партизанский ГО.	Дождевой паводок	Высокие уровни воды наводнения, половодье, дождевые паводки, заторы, ветровые нагоны	Подтоплены ряд населенных пунктов, размыты дороги, повреждены мосты, линии электропередач и связи.	55,3 млн рублей	2,0 млн рублей

Таблица 6 – Воздействие ТЦ SANBA на муниципалитеты ПК [составлено автором по 31]

№	Субъект ПК	Причина возникновения ЧС	Вид источника ЧС	Виды разрушений	Материальный ущерб	Затраты на ликвидацию
1	Ольгинский, Лазовский МР	Дождевой паводок	Высокие уровни воды наводнения, половодье, дождевые паводки, заторы, ветровые нагоны	Подтоплены ряд населенных пунктов, размыты дороги, повреждены мосты, линии электропередач и связи.	26 млн. рублей	1,0 млн рублей

Таблица 7 – Воздействие ТЦ GONI на муниципалитеты ПК [составлено автором по 28]

№	Субъект ПК	Причина возникновения ЧС	Вид источника ЧС	Виды разрушений	Материальный ущерб	Затраты на ликвидацию
1	Уссурийский ГО; Михайловский, Октябрьский, Ольгинский, Пограничный, Партизанский, Ханкайский, Хасанский, Хорольский, Надеждинский МР	Сильный ливень	Высокие уровни воды наводнения, половодье, дождевые паводки, заторы, ветровые нагоны	Подтоплены ряд населенных пунктов, размыты дороги, повреждены мосты, линии электропередач и связи.	1 382 млн рублей.	0,199 млн рублей

Таблица 8 – Воздействие ТЦ LIONROCK на муниципалитеты ПК [составлено автором по 29]

№	Субъект ПК	Причина возникновения ЧС	Вид источника ЧС	Виды разрушений	Материальный ущерб	Затраты на ликвидацию
1	Городские округа: Дальнегорский, Дальнереченский, Лесозаводский, Находкинский, Партизанский, Уссурийский; Муниципальные р-ны: Анучинский, Дальнереченский, Кавалеровский, Кировский, Красноармейский, Лазовский, Михайловский, Надеждинский, Партизанский, Пожарский, Октябрьский, Ольгинский, Тернейский, Ханкайский, Хасанский, Хорольский, Черниговский, Чугуевский, Шкотовский, Яковлевский	Воздействие тайфуна, обильные проливные дожди, резкое ухудшение гидрологической обстановки на реках края, наводнение.	Высокие уровни воды наводнения, половодье, дождевые паводки.	Подтоплены ряд населенных пунктов, размыты дороги, повреждены мосты, линии электропередач и связи.	7 млрд рублей.	38 млн рублей

Таблица 9 – Воздействие ТЦ TALIM на муниципалитеты ПК [составлено автором по 26]

№	Субъект ПК	Причина возникновения ЧС	Вид источника ЧС	Виды разрушений	Материальный ущерб	Затраты на ликвидацию
1	Уссурийский ГО, Хасанский, Михайловский, Надеждинский, Октябрьский, Пограничный МР	Дождевой паводок	Высокие уровни воды наводнения, половодье, дождевые паводки, заторы, ветровые нагоны	Подтоплены ряд населенных пунктов, размыты дороги, повреждены мосты, линии электропередач и связи, погиб 1 человек	1,74 млн рублей	0,816 млн рублей.

Таблица 10 – Воздействие ТЦ SOULIK на муниципалитеты ПК [составлено автором по 32]

№	Субъект ПК	Причина возникновения ЧС	Вид источника ЧС	Виды разрушений	Материальный ущерб	Затраты на ликвидацию
1	Уссурийский ГО, Лесозаводский ГО, Михайловский, Октябрьский, Надеждинский, Черниговский, Шкотовский, Яковлевский, Лазовский, Ольгинский, Партизанский, Чугуевский, Хорольский, Красноармейский, Тернейский, Пожарский, Ханкайский, Кировский, Пограничный МР	Высокие уровни воды (дождевой паводок)	Продолжительные сильные дожди, дождевой паводок	Подтопление (затоплению) территорий МО.	2,057 млн рублей.	0,313 млн рублей.

Таблица 11 – Воздействие ТЦ KROSA на муниципалитеты ПК [составлено автором по 33]

№	Субъект ПК	Причина возникновения ЧС	Вид источника ЧС	Виды разрушений	Материальный ущерб	Затраты на ликвидацию
1	Владивостокский ГО, Дальнереченский ГО, Лесозаводский ГО, Находкинский ГО, Партизанский ГО, Уссурийский ГО, Дальнереченский, Красноармейский, Лазовский, Надеждинский, Октябрьский, Партизанский, Пожарский, Пограничный, Хасанский, Шкотовский МР	Высокие уровни воды, подтопление, затопление территорий н.п.	Дождевой паводок	Подтопление (затоплению) территорий МО.	1,533 млн рублей	0,882 млн рублей

Таблица 12 – Воздействие ТЦ MAYSAK и HAISHEN на муниципалитеты ПК [составлено автором по 27]

№	Субъект ПК	Причина возникновения ЧС	Вид источника ЧС	Виды разрушений	Материальный ущерб	Затраты на ликвидацию
1	Дальнереченский ГО, Лесозаводский ГО; Владивостокский ГО, Дальнегорский ГО, Уссурийский ГО, Артемовский ГО, Ольгинский МР, Красноармейский МР, Лазовский МР, Надеждинский МР, Лесозаводский ГО, Пограничный МР, Чугуевский МР, Октябрьский МР, Кировский МР, Уссурийский МР, Тернейский МР, Михайловский МР, Пожарский МР, Кавалеровский МР.	Высокие уровни воды, подтопление, затопление территорий н.п.	Сильный ливень/дождевой паводок/сильный ветер (шквал)	Подтопление (затоплению) территорий МО, нарушение транспортного сообщения, разрывы линий электропередач.	4 456 317 605 рублей	4 555 317 605 рублей

Таблица 13 – Расширенные данные воздействия ТЦ MAYSAK и HAISHEN на муниципалитеты ПК [составлено автором по 27]

№	Субъект ПК	Вид источника ЧС	Подтопления домов и (или) административных зданий	Повреждение автодорог	Материальный ущерб	Затраты на ликвидацию
1	Уссурийский ГО	Сильный ливень/дождевой паводок/сильный ветер (шквал)	73	5	1 576 млн рублей	1 576 млн рублей
2	Октябрьский МР		2	2	39,105 млн рублей	39,105 млн рублей
3	Надеждинской МР		120	3	24,743 млн рублей	24,743 млн рублей
4	Хасанский МР		6	7	136 млн рублей	136 млн рублей
5	Партизанский МР		150	8	12 млн рублей	12 млн рублей
6	Шкотовский МР		57	2	6,4 млн рублей	6,463 млн рублей
7	Пограничный МР		130	4	31 млн рублей	31 млн рублей
8	Ханкайский МР		90	3	37 млн рублей	37 млн рублей
9	Арсеньевский ГО		60	-	0,2 млн рублей	0,2 млн рублей
10	Находкинский ГО		11	-	0,7 млн рублей	0,7 млн рублей
11	Владивостокский ГО		7	-	0,36 млн рублей	0,36 млн рублей
12	Артемовский ГО		4	-	0,25 млн рублей	0,25 млн рублей
13	Кавалеровский МР		100	8	34 млн рублей	34 млн рублей
14	Черниговский МР		36	-	21 млн рублей	21 млн рублей

Таблица 14 – Последствия прохождения тайфунов [составлено автором]

№	**Название тайфуна (ТЦ)**	**Материальный ущерб**
1.	ТЦ TALAS	4, 42 млн рублей
2.	ТЦ BOLAVEN	55,3 млн рублей
3.	ТЦ SANBA	26 млн. рублей
4.	ТЦ GONI	1 382 млн рублей
5.	ТЦ LIONROCK	7 000 млн рублей
6.	ТЦ TALIM	1,7 млн рублей
7.	ТЦ SOULIK	2,057 млн рублей
8.	ТЦ KROSA	1,533 млн рублей
9.	ТЦ MAYSAK и HAISHEN	3 455 млн рублей

Автором были проанализированы ежегодные государственные доклады МЧС о последствиях тайфунов и составлены таблица суммарных ущербов и карта-схема частоты понесенного ущерба.

Исходя из данных, предоставленных МЧС России по Приморскому краю, можно сделать следующие выводы:

Суммарный ущерб, понесённый инфраструктурой Приморского края с 2011 по 2020 год, составил – 12 928 млн рублей.

Самый большой материальный ущерб был нанесен тайфуном LIONROCK, составивший 7 000 млн рублей.

MAYSAK и HAISHEN — последние разрушительные тайфуны, бушевавшие в Приморье, они имели ощутимое воздействие на регион. Ущерб, причинённый инфраструктуре Приморского края (4 455 млн рублей) за время прохождения этих тайфунов, следующих друг за другом, был значителен.

Тайфун GONI также причинил существенный ущерб в размере 1 382 млн рублей. Остальные тайфуны - TALAS, BOLAVEN, SANBA, TALIM, SOULIK,

KROSA - нанесли менее значительные убытки, составившие от 1,7 млн до 55,3 млн рублей.

Средний ущерб составил 1 437 млн рублей.

Основными видами разрушений являлись: подтопление (затопление) территорий МО Приморского края, разрушение жилых и административных зданий, нарушение транспортного сообщения между населёнными пунктами, разрывы линий электропередач.

Помимо этого, была произведена балльная оценка частоты выхода тайфунов на муниципальные образования Приморского края (рисунок 28). Основывалась оценка на частоте попадания муниципальных образований под воздействие тайфунов с 2011 по 2020 гг.

Методика составления карты-схемы основана на количестве попаданий муниципальных образований Приморского края под воздействие тайфунов за 9-летний промежуток времени.

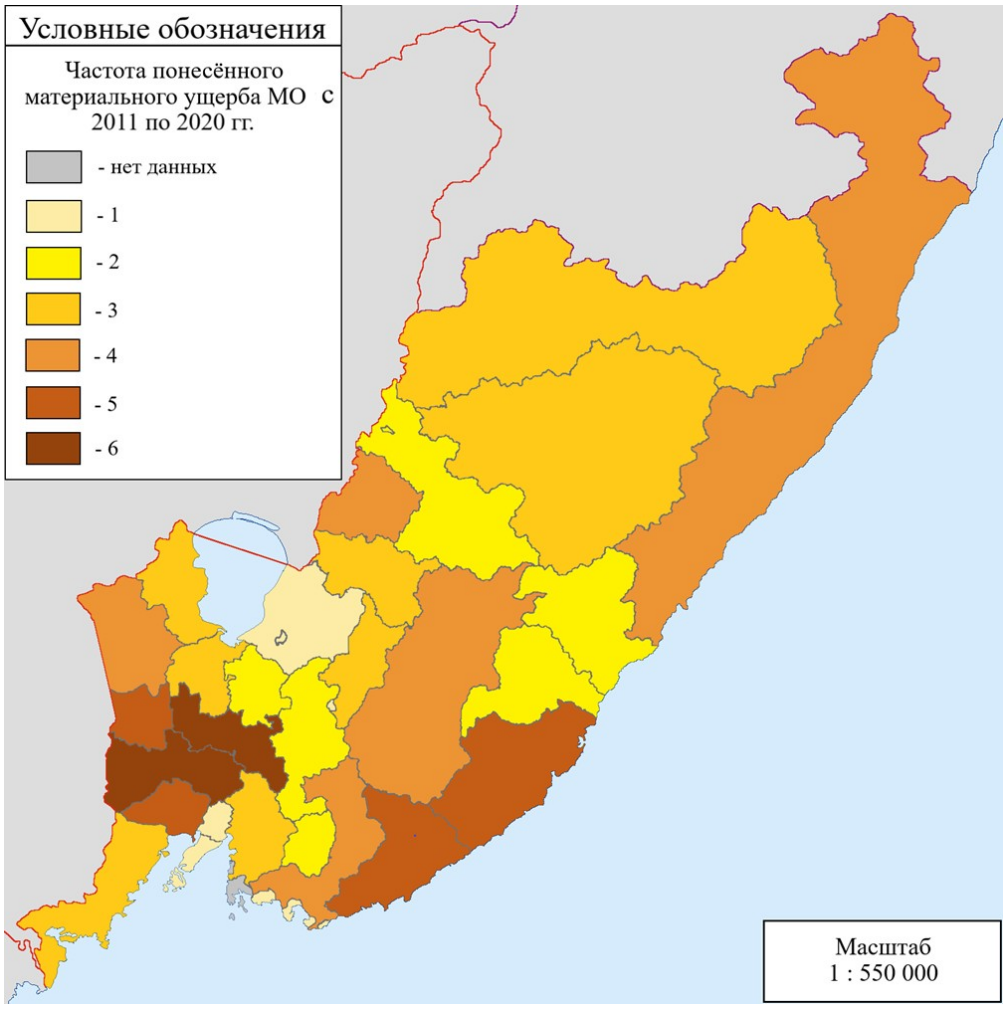


Рисунок 28 – Карта-схема уязвимости районов Приморского края [составлено автором]

Из карты-схемы мы видим, что чаще всего в зоне действия тайфунов ущербу подвергались Михайловский муниципальный район и Уссурийский ГО, как и районы восточного побережья Приморского края. Связано это с тем, что страдают населенные пункты, расположенные в низинах вблизи крупных рек и не защищенные дамбами. А также с тем, что именно эти муниципальные образования принимают на себя основной удар тайфунов, выходящих на Приморский край по траекториям II и IV.

Суммарный ущерб, нанесенный этим муниципальным образованиям, в ходе прохождения ТЦ MAYSAK и HAISHEN в 2020 году, составил 1 576 млн рублей.

Минимальный ущерб с 2011 по 2020 гг. был нанесен Спасскому муниципальному району по причине его удаленности от генеральной траектории движения тайфунов и составил 0,7 млн рублей.

Более расширенные данные есть только по последним двум циклонам и сделать более подробный анализ по конкретным повреждениям инфраструктуры за представленный промежуток времени не представляется возможным. В связи с этим дать какие-то детальные рекомендации по защите сооружений нельзя. В данной ситуации мы вынуждены дать общие рекомендации по защите сооружений инфраструктуры.

Общие рекомендации по защите сооружений инфраструктуры от подтоплений включают:

1. Правильное планирование и проектирование: при строительстве новых сооружений необходимо учитывать возможность наводнений и выбирать места, которые находятся на достаточной высоте или имеют защитные сооружения, такие как дамбы или водоотводные каналы.

2. Укрепление береговой линии: в случае наличия побережья необходимо проводить работы по укреплению береговой линии, такие как строительство

дамб или насаждение растительности, чтобы предотвратить эрозию почвы и подтопление.

3. Установка систем дренажа: установка систем дренажа может помочь отводить излишки воды и предотвращать ее скопление вокруг сооружений. Это может включать установку дренажных каналов, колодцев или насосных станций.

4. Регулярное обслуживание и очистка: регулярное обслуживание и очистка систем дренажа и водоотводных каналов помогут поддерживать их эффективность и предотвращать засорение, которое может привести к наводнениям.

5. Разработка планов эвакуации и предупреждения: необходимо разработать планы эвакуации для населения и персонала сооружений, а также системы предупреждения о надвигающихся наводнениях, чтобы люди могли своевременно покинуть опасные зоны.

6. Сотрудничество с государственными органами и экспертами: важно сотрудничать с государственными органами и экспертами по вопросам безопасности от наводнений, чтобы получить рекомендации и советы по улучшению защиты сооружений.

Заключение

В работе было проведено исследование тропических циклонов, выходящих к Приморскому краю. Были определены основные районы их возникновения, структура циклонов и основные стадии развития.

Особое внимание в работе уделялось тропическим циклонам, которые влияют на погоду Приморского края Российской Федерации. Более подробно были рассмотрены тайфуны за 2011–2020 годы. В соответствии с изученной информацией от ФГБУ "ДВНИГМИ" была составлена собственная база данных о тайфунах, вышедших на территорию Приморского края, в период с 2011 по 2020 год.

Помимо сбора теоретических данных о тропических циклонах также была выполнена практическая часть. Она заключалась в выполнении оценки влияния тайфунной деятельности на инфраструктуру Приморского края. После анализа данных, предоставленных Главным управлением МЧС России по Приморскому краю, были составлена карта-схема, отображающие какие муниципальные районы Приморского края понесли материальный ущерб в ходе прохождения тайфунов. Основывалась оценка на частоте попадания муниципальных образований под воздействие тайфунов с 2011 по 2020 гг. Были даны общие рекомендации по защите объектов инфраструктуры.

В ходе работы были выполнены все поставленные задачи. Это значит, что цель исследуемой работы выполнена.

Список используемой литературы

1. Алиев Андрей Сабирович ПРИЧИНЫ ГЛОБАЛЬНЫХ КАТАСТРОФ НА ЗЕМЛЕ // European science. 2021. №5 (61). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/prichiny-globalnyh-katastrof-na-zemle (дата обращения: 03.05.2023).

2. Анучин Д. Н. Избранные географические работы / Д. Н. Анучин. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 356 с.

3. Бринчук М.М. СТИХИЙНЫЕ БЕДСТВИЯ КАК ФАКТОР АДАПТАЦИИ ОБЩЕСТВА К ИЗМЕНЕНИЯМ КЛИМАТА // Юридический вестник Дагестанского государственного университета. 2020. №2.

4. Гладкий Ю.Н. Экономическая и социальная география России. В 2 т. Т. 1: Учебник / Ю.Н. Гладкий. – М.: Академия, 2018. – 208 с.

5. Горбанёв В.А. Общественная география зарубежного мира и России. Учебник / В.А. Горбанёв. – М.: Юнити, 2018. – 135 с.

6. Ежемесячный гидрометеорологический бюллетень ДВНИГМИ. Тропические циклоны. Разд. V. № 8. Адрес доступа: http://ferhri.org/images/stories/FERHRI/Bulletins/Bul_2016/8/2016.08_ch5_typhoon.pdf (дата обращения: 05.06.2023).

7. Ивановский Борис Георгиевич ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УЩЕРБА ОТ ПРИРОДНЫХ БЕДСТВИЙ И ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА // ЭСПР. 2021. №1 (45). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskaya-otsenka-uscherba-ot-prirodnyh-bedstviy-i-izmeneniy-klimata (дата обращения: 04.05.2022).

8. Калуцков В. Н. География России: учебник и практикум для прикладного бакалавриата / В. Н. Калуцков. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 347 с.

9. Калуцков В. Н. География России: учебник и практикум для СПО / В. Н. Калуцков. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 347 с.

10. Клеванный Константин Алексеевич, Соколов Олег Владимирович, Романский Станислав Олегович. Анализ штормового нагона на побережье Приморского края в августе — сентябре 2016 г., вызванного тайфуном Лайонрок, с использованием гидродинамического моделирования // ЖВТ. 2019. №2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-shtormovogo-nagona-na-poberezhie-primorskogo-kraya-v-avguste-sentyabre-2016-g-vyzvannogo-tayfunom-layonrok-s-ispolzovaniem (дата обращения: 03.05.2023).

11. Лабинский А.Ю., Черных А.К., Тиамийу О.А. ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». 2021. №1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/prinyatie-resheniy-pri-likvidatsii-posledstviy-stihiynyh-bedstviy (дата обращения: 03.05.2023).

12. Любицкий Ю.В. ШТОРМОВОЙ НАГОН В ЗАЛИВЕ ПЕТРА ВЕЛИКОГО (ЯПОНСКОЕ МОРЕ), ВЫЗВАННЫЙ ТАЙФУНОМ ЛАЙОНРОК (29 АВГУСТА — 2 СЕНТЯБРЯ 2016 Г.) // Вестник ДВО РАН. 2018. №1 (197).

13. Минина Л. С., Арабей Е. Н. Структура тропосферы и условия возникновения тропического циклона // Метеорология гидрология. - 1979. - № 12. – 127 с.

14. Наливкин, Д.В. Ураганы, бури и смерчи. Географические особенности и геологическая деятельность / Д. В. Наливкин. – Л.: Наука, 1969. – 487 с.

15. Опасные природные процессы: учебник / М. В. Бедило, А. Г. Заворотный, А. Н. Неровных [и др.] / 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2020. – 308 с.

16. Похил, А. Э. Воздействие крупномасштабных атмосферных потоков северо-запада Тихого океана на группу взаимодействующих циклонов / А. Э. Похил // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. – 2019. – № 2(372). – С. 76-91.

17. Родионова И. А. Экономическая и социальная география мира в 2 частях. Часть 1. – М.: Юрайт, 2020. – 386 с.

18. Родионова И. А. Экономическая и социальная география мира в 2 частях. Часть 2. – М.: Юрайт, 2020. – 246 с.

19. Симагин Ю. А. Экономическая география и прикладное регионоведение России учебник для академического бакалавриата / Ю. А. Симагин, А. В. Обыграйкин, В. Д. Карасаева; под ред. Ю. А. Симагина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 411 с.

20. Созранов А.Х. Отчѐт о НИР «Анализ процессов, приводящих к возникновению ЧС гидрометеорологического характера». 2009, 70 с.

21. Солодовников А. Ю. Социально-экономическая география зарубежной Азии, Австралии и Океании. – М.: Юрайт, 2020. – 420 с.

22. Тараканов Г. Г. Тропическая метеорология. - Л.: Гидрометеоиздат, 1980. - 128 с.

23. Трансформация тайфуна в умеренных широтах как фактор катастрофического наводнения в Приморье осенью 2016 г / Е. К. Семенов, Е. О. Петров, Н. Н. Соколихина, Е. В. Татаринович // Метеорология и гидрология. – 2018. – № 9. – С. 104–113.

24. Хворостухин Д. П., Молочко А. В. Геоинформационное картографирование в экономической и социальной географии. Учебное пособиеа. – М.: Инфра-М, 2019. – 128 с.

25. Экономическая и социальная география России. География экономических районов России. Учебник / Бабурин В. Л., Ратанова М. П. – М.: Ленанд, 2017. – 640 с.

Неопубликованные материалы

26. Анализ действий Главного управления МЧС России по Приморскому краю, органов управления и сил Ф и ТП РСЧС при ликвидации последствий ЧС, обусловленной прохождением паводка и подтоплением населённых пунктов на территории Приморского края в 2017 году. – Владивосток. – 2017. – 140 с.

27. Анализ действий Главного управления МЧС России по Приморскому краю, органов управления и сил Ф и ТП РСЧС при ликвидации последствий ЧС, обусловленной прохождением паводка и подтоплением населённых пунктов на территории Приморского края в 2020 году. - Владивосток. – 2020. – 143 с.

28. Анализ реагирования Главного управления МЧС России по Приморскому краю и подчиненных ему подразделений на чрезвычайную ситуацию, связанную с подтоплением населенных пунктов Приморского края, в результате прохождения ливневых осадков, принесенных тайфуном «GONI» в 2015 году. – Владивосток. – 2015. – 132 с.

29. Анализ реагирования Главного управления МЧС России по Приморскому краю и подчиненных ему подразделений на чрезвычайную ситуацию, связанную с подтоплением населенных пунктов Приморского края, в результате прохождения ливневых осадков, принесенных тайфуном «LIONROCK» в 2016 году. – Владивосток. – 2016. – 150 с.

30. Материалы в ежегодный государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2011 году» по Приморскому краю. – Владивосток. – 2011. – 115 с.

31. Материалы в ежегодный государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2012 году» по Приморскому краю. – Владивосток. – 2012. – 123 с.

32. Материалы в ежегодный государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2018 году» по Приморскому краю. – Владивосток. – 2018. – 141 с.

33. Материалы в ежегодный государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и

техногенного характера в 2019 году» по Приморскому краю. – Владивосток. – 2019. – 133 с.