

DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2020-4-80-4>

УДК 629.123

Шемонаєв В.Ю., Корощенко М.М.

Національний університет «Одеська морська академія»

ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА РОЗХОДЖЕННЯ СУДНА З ТАЙФУНОМ

Анотація. Сучасні судна мають міцну конструкцію корпусів, досить потужні машини і високі швидкості ходу. Разом з поліпшенням якості суднобудування пред'являються і більш високі вимоги до раціонального використання торгового флоту. Тому науковий підхід до вибору найвигіднішого шляху судна є актуальною проблемою мореплавання. В цьому відношенні гідрометеорологічні умови, як правило, є найважливішим чинником, що підлягають обліку. Вирішення питання про вибір оптимального маршруту вимагає: встановлення головного і допоміжного критеріїв найвигіднішого маршруту; розробки методу розрахунку оптимального шляху судна; прогнозування основних гідрометеорологічних елементів на термін рейсу судна; знання характеру поведінки судна в різних умовах погоди і моря. Треба не забувати, що однією з найбільш руйнівних катастроф на землі є тропічні циклони. Проблема тропічних циклонів актуальна на даний момент, так як від їх дії страждає багато районів, а інформації про тайфуни ми знаємо дуже мало. Щорічно тропічні циклони забирають тисячі людських життів, приносять мільйонні збитки. Так, наприклад, в серпні 2005 року продовжував шаленіти ураган «Катріна» (Hurricane Katrina) – один з найбільш руйнівних ураганів в історії США. В результаті стихійного лиха загинули 1836 жителів, економічний збиток склав 81,2 млрд. дол. При дотриманні вищевказаних вимог розходження зі штормовим полем тайфуни не є складним завданням. Його рішення буде укладатися на базі завдань тактичної навігації з урахуванням: географічних умов в районі переходу, призначеного маршруту, потужності машин, водотоннажності судна, його швидкості та інших факторів, пов'язаних з завданнями рейсу.

Ключові слова: гідрометеорологічні умови, оптимальний шлях, тропічний циклон, потужність машин, водотоннажність судна.

Shemonayev Volodymyr, Koroshenko Mykola
National University "Odessa maritime academy"

THEORY AND PRACTICE SHIP HANDLING FOR AVOIDING TROPICAL CYCLONES

Summary. Tropical cyclone, also called typhoon or hurricane, an intense circular storm that originates over warm tropical oceans and is characterized by low atmospheric pressure, high winds, and heavy rain. Drawing energy from the sea surface and maintaining its strength as long as it remains over warm water, a tropical cyclone generates winds that exceed 119 km (74 miles) per hour. In extreme cases winds may exceed 240 km (150 miles) per hour, and gusts may surpass 320 km (200 miles) per hour. Accompanying these strong winds are torrential rains and a devastating phenomenon known as the storm surge, an elevation of the sea surface that can reach 6 metres (20 feet) above normal levels. Such a combination of high winds and water makes cyclones a serious hazard for coastal areas in tropical and subtropical areas of the world. Every year during the late summer months (July-September in the Northern Hemisphere and January-March in the Southern Hemisphere), cyclones strike regions as far apart as the Gulf Coast of North America, northwestern Australia, and eastern India and Bangladesh. Today, the Meteorological Agency provides ships with information on oceanic meteorological conditions, such as surface weather charts, upper-air charts, ocean wave charts, photographs from weather satellites, and so on. Therefore, for the purpose of providing ships with more accurate information on oceanic meteorological conditions, weather observations and reports will continue to be of vital importance. Seafarers are required not only to develop their meteorological knowledge, but also to seek to realize safe ship operations by making practical use of this knowledge. The general rules for avoiding tropical cyclones or typhoons are summarized as follows: (a) If the wind changes to clockwise, the ship must be in the dangerous semicircle. If possible, the ship should place the wind on the starboard bow (45° relative), hold course and make as much way as possible to get out of the dangerous zone; (b) If the wind backs the ship, the ship is in the navigable semicircle. The ship should place the wind on the starboard quarter (135° relative), hold course and make as much way as possible. (This method of avoidance is called scudding); (c) If the wind remains steady or nearly steady in terms of direction, the ship should be in the path of the typhoon, ahead of the storm's center. In this case, the Master should decide in advance whether the ship is able to enter the navigable area of the typhoon safely or not. If this action is deemed practicable, the ship should place the wind 2 points on the starboard quarter (about 160° relative), hold course and make as much way as possible. When well within the navigable semicircle, scudding is recommended; (d) If the ship is in the center, or near the center of the typhoon, the ship should have to with the wind on the starboard bow.

Keywords: tropical cyclone, low atmospheric pressure, high wind, heavy rain, general rules, ship, method, scudding.

Постановка проблеми. Судно, потрапивши в зону дії тропічного циклону, що наближається, має прагнути піти зі шляху його руху і віддалитися на якомога більшу відстань від центру і небезпечної чверті циклону. Застосувати на практиці правила розходження з циклоном не завжди є легким завданням, тому що внаслідок виняткової складності в тропічному циклоні вимірювання зна-

чень гідрометеорологічних елементів і спостереження за їх змінами утруднені. Тому визначення положення центру тропічного циклону, напрямки його руху і чверті циклону, в якій знаходиться судно, є для судноводія першочерговим завданням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Науковий підхід до вибору найвигіднішого шляху судна є актуальною проблемою мореплавання.

В цьому відношенні гідрометеорологічні умови, як правило, є найважливішим чинником, що підлягають обліку. До критеріїв успішності рейсу зазвичай відносять: забезпечення максимальної безпеки судна, економічність переходу, створення кращих умов перевезення вантажів, дотримання судном графіку при найкращому режимі роботи головних і допоміжних механізмів і т. д. Розробкою методики вибору оптимального шляху в реальних і прогнозованих умовах займалися А.П. Ющенко, Н.С. Твері, Г.І. Уханов, Ю.С. Філіппов та ін. Поняття про методику розрахунку найвигіднішого шляху і опис організації обслуговування суден береговими групами обслуговування достатньо добре викладені в «Довіднику для судноводіїв з гідрометеорології» В.М. Ліфшиц і Ю.А. Хованського.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Науковий підхід до вибору найвигіднішого шляху судна є актуальною проблемою мореплавання. В цьому відношенні гідрометеорологічні умови, як правило, є найважливішим чинником, що підлягають обліку. Вирішення питання про вибір оптимального маршруту вимагає: встановлення головного і допоміжного критеріїв найвигіднішого маршруту; розробки методу розрахунку оптимального шляху судна; прогнозування основних гідрометеорологічних елементів на термін рейсу судна; знання характеру поведінки судна в різних умовах погоди і моря.

Мета статті. Головною метою цієї роботи є аналіз літературних джерел щодо способів розходження з центром тропічного циклону і маневрування в зоні його дії; визначення залежності плавання від близькості до тропічного циклону, знаходження в небезпечній частині тропічного циклону, наближення до циклону з боку його найбільш небезпечної частини; вивчення даних про тропічний циклон; також показати, що плавання в районі тропічного циклону є одним з найбільш складних видів плавання.

Виклад основного матеріалу. Тропічний циклон – це циклон, що утворився в тропічних широтах, атмосферний вихор зі зниженим атмосферним тиском у центрі. На відміну від нетропічних циклонів, часто пов'язаний зі штормовими швидкостями вітру. У тропічних циклонах північної півкулі обертання повітряних потоків відбувається проти годинникової стрілки, а у циклоні південної півкулі – за годинниковою стрілкою при спостереженні зверху [2]. На Далекому Сході і в Південно-Східній Азії зазвичай використовується назва Тайфун. Це слово походить від англійського typhoon, спорідненого з грец. τυφών і арабським فـان طو. Не виключено також спорідненість з китайським (táifēng). Тропічні циклони також часто називають ураганами (ісп. Huracán, англ. Hurricane), по імені індійського бога вітру Hucasan. Така назва особливо поширена в Північній і Південній Америці. Прийнято вважати, що шторм переходить в ураган при швидкості вітру понад 120 км/год, при швидкості 180 км/год ураган називають сильним ураганом [10].

Слово "циклон" грецького походження означає "кільце змії", цим підкреслюється кругове обертання повітря в циклоні. Слова "ураган" і "тайфун" на мовах аборигенів островів Карибського моря і Центральної Америки і, відповідно, жителів Південно-Східної Азії, означають "сильний вітер" – явище, особливо характерне для цих величезних вихорів тропічних країн.

Тайфуни зазвичай називають людськими іменами. Спочатку це були тільки жіночі імена, тепер, коли їх стало не вистачати, в хід пішли чоловічі. Ця традиція виникла на початку 40-х років нашого століття. Спочатку це була неофіційна термінологія у метеорологів ВВС і ВМС США, що застосовувалася для зручності обміну інформацією про урагани, які виявляють на картах погоди, і полегшення передачі такої інформації при простежуванні руху ураганів, це допомагало уникнути плутанини і скорочувало текст радіо- і телеграфних передач. В подальшому привласнення ураганам жіночих імен увійшло в систему, і було поширене на інші тропічні циклони, на тихоокеанські тайфуни, шторми Індійського океану, Тиморського моря і північно-західного узбережжя Австралії. Довелося упорядкувати і саму процедуру присвоєння імен. Так, перший ураган року стали називати жіночим ім'ям, що починається з першої літери алфавіту, другий – з другої і т. д. Імена вибиралися короткі, які легко вимовляються і легко запам'ятовуються. Для тайфунів існував список з 84 жіночих імен. З 1979 року тропічним циклонам почали привласнювати і чоловічі імена.

Більшість районів зародження тропічних циклонів знаходиться в пасатній зоні, між 10 і 20-м градусами широти в обох півкулях Землі над теплими ділянками поверхні океану, де температура води досягає 28°C. Нижче 50° широти тропічні циклони не зустрічаються, поблизу екватора практично відсутня сила обертання Землі, вплив якої необхідно для стійкого кругового руху повітря, характерного для циклонів.

В середньому на Землі виникає в рік близько 120 тропічних циклонів. Ця цифра ще чверть століття тому здалася б неймовірною: в минулому, коли не було метеорологічних штучних супутників Землі, більше половини тропічних циклонів залишалися непоміченими, так як виникають вони здебільшого над відкритим океаном, де лише зрідка зустрічаються острови і немає розвинутої мережі метеорологічних станцій, які фіксують кожний випадок їх виникнення [1].

Тропічні циклони виникають головним чином у внутрішньотропічній зоні конвергенції над перегрітими океанічними площами. При цьому така зона конвергенції повинна знаходитися не менше ніж в 5° від екватора (у переважній більшості випадків не менш ніж в 10° від екватора), щоб сила обертання Землі (сила Коріоліса) була досить велика.

Тропічні циклони, як і нетропічні, виникають при нестійкості атмосфери, наявності зони низького тиску, оточеної повітряними масами з нормальним або підвищеним тиском (антициклонами). Така ситуація виникає при нагріванні повітря на значній території, що знижує його щільність і, відповідно, атмосферний тиск. Насичення повітря вологою хоч і незначно, але теж знижує щільність повітряної суміші. Виникають локальні повітряні потоки, орієнтовані в напрямку постійних атмосферних потоків і під впливом сил Коріоліса, починають закручуватися в спіраль. Ділянки холодного і теплого повітря, що чергуються, розділені фронтами, по цій спіралі починають втягуватися в утворену зону зниженого тиску. Так виникають циклони. Тепле вологе повітря при цьому піднімається вгору, долає точку роси, виділяє теплоту конденсації.

сації і продовжує рухатися вгору, відхиляючись і розходячись на всі боки.

Коли циклон вже набрав силу, безперервне поповнення енергії відбувається за рахунок підйому великих мас теплового повітря і прихованої теплоти конденсації. Однак виникають питання з приводу механізму зародження циклону. Локальні перепади температури і тиску в тропіках не настільки великі, щоб тільки ці чинники могли зіграти вирішальну роль у виникненні циклону, так значно прискорити повітряні потоки.

Ймовірно, в районі зародження тропічних циклонів складається така ситуація. Відсутність скільки-небудь істотних рухів повітряних потоків (так зване "затишшя перед бурею") створює умови для прогрівання повітря і насичення його вологою над водною поверхнею. Поступово вологе тепле повітря піднімається на все більшу висоту. Розширюючись і охолоджуючись, вологе повітря досягає точки роси і в умовах відсутності вітру залишається в стані переохолодженого пару, продовжуючи все більше охолоджуватися (тим самим створюються умови для лавиноподібної конденсації за рахунок нейтралізації охолодженням повітрям прихованої теплоти конденсації). Недостатня кількість центрів конденсації (пилу, сольових частинок) тут теж має значення. Порушити це нестійкий стан може навіть незначний потік повітря. Розпочатий процес конденсації викликає різке локальне зниження тиску. Туди спрямовуються вже більш швидкі потоки, все більше прискорюючи процес конденсації, залучаючи все нові і нові повітряні маси з переохолодженим паром. Затишшя раптом змінюється шквальним вітром (шквалом). Причину цього шквального прискорення потоків неможливо було б пояснити тільки підйомом теплового вологого повітря. Коли тропічний циклон вже сформується, перепади температури і тиску на різних висотах і процеси виділення прихованої теплоти конденсації (тобто вся збережена потенційна енергія) гратимуть вже істотну роль у розвитку циклону [6].

Будова і ознаки приходу тропічних циклонів

Тропічні циклони виділені в окрему групу, так як вони відрізняються від інших нетропічних циклонів своїм виникненням, розвитком і деякими особливостями структури.

Зазвичай тропічні циклони мають невеликий (в порівнянні з іншими циклонами) розмір, що становить близько 200-300 кілометрів в діаметрі, в той же час тиск в центрі циклону опускається до 0,95 (а іноді і до 0,9) атмосфер, обидва ці чинники забезпечують дуже великі баричні градієнти. Вітри досягають сили шторму і буревію. Сила Коріоліса (сила обертання Землі) є причиною виникнення обертання циклону, отже, вітри в тропічних циклонах північної півкулі дмуть проти годинникової стрілки, а південної півкулі – за годинниковою стрілкою [9].

Перед наближенням тропічних циклонів небо заволікають тонкі перисті хмари. Захід червоного кольору. Атмосферний тиск знижується, повітря стає сирим, піднімається сильний вітер і починається дощ.

Швидкість вітру в спіральних завихреннях повітря досягає 240-320 км/год. У безвітряному центрі, «оці» циклону знаходиться тепле повітря, що опускається до поверхні землі (або води). Розміри такого ока в поперечнику можуть бути від 6,5 до 48 км. Наявність в центрі теплового повітря спри-

яє зниженню атмосферного тиску біля поверхні. Тепле вологе повітря закручується спіраллю навколо «ока». Конденсація викликає утворення купчасто-дощових хмар, що супроводжується виділенням тепла, в свою чергу посилює спіральне сходження повітря навколо центру циклону.

У нижніх шарах повітряні маси втікають всередину циклону, в високих шарах ця конвергенція (збіжність) поля вітру перекривається ще сильнішою дивергенцією (розбіжністю). Це призводить до сильного висхідного руху повітря у всій області циклону і до розвитку потужної хмарної системи з рясними зливовими опадами і грозами [8].

Від потужних хмар вільна лише невелика (діаметром від 8 кілометрів) внутрішня частина циклону, звана око бурі або око тайфуна.

"Око" тайфуна зазвичай має форму кола із середнім діаметром 8-15 км, а в деяких випадках досягає виняткових розмірів. Так, наприклад, у тайфуна Кармен (1960) діаметром 1500 км і висотою 15 км було "око" еліптичної форми в поперечнику 320 км. Швидкість вітру в тропічному циклоні до 400 км/год. При цьому повітря набуває незвичайну щільність. За висловом капітана одного з кораблів, що потрапили в тайфун, на ні його судна впав вітер, "зроблений з металу".

Сформовані тропічні циклони рухаються разом з повітряними масами зі сходу на захід, при цьому поступово відхиляючись до високих широт.

Основне джерело енергії тропічних циклонів – виділення тепла при конденсації водяної пари у висхідному повітряному потоці, цим також може пояснюватись те, що потрапляючи на сушу, вони швидко згасають. Також відомо, що для зародження циклону температура біля поверхні води повинна піднятися мінімум до 27°C.

Частина тропічних циклонів виходить за межі тропіків, повертаючи при цьому на схід і їх властивості, надалі наближаються до властивостей нетропічних циклонів.

Ураганна активність в Атлантиці зазвичай спостерігається з початку червня по кінець листопада, час існування тропічних циклонів може досягати трьох тижнів. За підрахунками метеорологів, в районі Атлантики в середньому за сезон утворюється 10 тропічних штормів, з них 6 перетворюються в урагани, а два – в сильні урагани.

Тайфуни зазвичай супроводжуються зливами надзвичайної сили. Інтенсивність злив іноді призводить навіть до зміни солоності морської води навколо островів. При урагані в 1906 р на острові Ямайка за чотири доби випало 2,43 м води, в Техасі – 0,58 м в одну добу (для порівняння значимо, що середня кількість опадів в Москві становить 0,5-0,7 м в рік). Такі дощі можуть викликати жахливі повені. У 1899 р. на маленький острів Пуерто-Ріко, що має приблизно 90 км в довжину і 50 км в ширину, в результаті урагану обрушилася злива загальною вагою 2600 млн. т [5].

Під час тропічних циклонів перепад тисків досягає 80 мм рт. ст. і більше.

Середній тропічний циклон, як підраховали вчені, живе близько 6 діб. Бувають і відхилення, коли його життя триває кілька годин, а то й два тижні і навіть місяць. Весь цикл життя тропічного циклону прийнято ділити на чотири стадії: формування, молодого циклону, зрілу і затухання [4].

У стадії формування тропічне збурення дає початок замкнутому вихору. Поки цей вихор ще слабкий: не досягає ураганної сили, тиск в центрі рідко падає нижче 1000 мбар. «Поглиблення» циклону триває кілька діб, але іноді розвиток вихору нагадує вибух: протягом всього лише 12 годин оформляється циклон з чітко окресленим оком бурі.

Молодий циклон. Так називають зазвичай циклон помірних широт в початковій стадії розвитку, тобто замкнутий вихор, що цілком оформився, але відрізняється за структурними особливостями від зрілого циклону. Стосовно до тропічного циклону це означає, що тиск в центрі вихору стрімко падає і стає значно нижче 1000 мбар., а ураганні вітри охоплюють центр з усіх боків. Хмари і зони опадів починають організовуватися в характерні спіральні смуги. Однак циркуляція тропічних циклонів на цій стадії поширюється ще на невелику область. Так, вітер ураганної сили відзначається лише в радіусі 30-50 км від центру.

У зрілої стадії циклону тиск у центрі припиняє падати і вітри не підсилюються. Зате тепер тропічний циклон вирує над величезним простором: радіус вітрів ураганної сили може досягати 200-300 км, а вся циркуляція шторму – захоплювати зону до 2000 км в діаметрі. На картах погоди циклон втрачає симетрію: праворуч від центру (за рухом) його сила особливо велика. У зрілій стадії циклон може перебувати тиждень, а то і більше. Це апогей тропічного циклону.

Вмирають тропічні циклони неоднаково. Велика їх частина, підкоряючись неблаганним законам фізики, потрапляє в помірні широти, де за недостатністю харчування – тепла і вологи – зазвичай різко зменшується в розмірах і нарешті повністю зникає. Деякі циклони з'являються над континентом (нехай навіть в тропіках) і також гинуть, позбувшись підтримки океану. А часом тропічний циклон вміло пристосовується до нової ситуації: втрачає тропічні властивості. Наприклад, око бурі, і набуває якості позатропічного циклону. Іноді відбувається його злиття з розташованим неподалік циклоном помірних широт. У всіх цих випадках, краще говорити не про якусь регенерацію тропічного циклону, а про його зникнення і виникнення (або посилення) на його місці позатропічного циклону.

Є ще одна система членування тропічних циклонів, на цей раз не за стадіями, а за інтенсивністю їх циркуляції.

Замкнутий вихор, що сформувався з будь-якого тропічного збурення, отримує назву тропічної депресії, якщо швидкість вітру в ньому не перевищує 17 м/с. На зарубіжних картах погоди такі формування позначають буквами Т0. Вихор більшої інтенсивності – тропічний шторм, якщо швидкість вітру в ньому 17-33 м/с (символ Т8). Тільки циклони, які досягли сили тропічного шторму, отримують власне ім'я.

І нарешті, тропічний циклон зі швидкістю вітру 34 м/с і більше набуває повні права громадянства і нарікається ураганом або тайфуном (в залежності від частини світу, де він виявляється). Звичайно, два гіганти, помічені буквою Т на синоптичній карті погоди, один з вітром 34 м/с, а інший 60 м/с в серцевині, можуть привести до абсолютно різних наслідків. Тому іноді особливо виділяють групу потужних ураганів або тайфунів, швидкість вітру в яких перевищує 60 м/с.

Тропічні циклони виникають в низьких широтах субтропічних областей океанів: північна півкуля: Тихий океан на схід від Філіппін і Південно-Китайське море, Тихий океан на захід від Каліфорнії і Мексики, Атлантичний океан на схід від Великих Антильських островів, Бенгальська затока і Аравійське море; південна півкуля: Тихий океан на схід від Нової Гвінеї, Індійський океан на схід від Мадагаскару і на північний захід від Австралії. Тепло, яке потрібне для їх зародження, завжди в достатній кількості містить теплий в цих районах океан. Але там, де температура води становить менше 27° С, тропічні циклони ледве зароджуються. Так, вони ніколи не виникають над Південною Атлантикою. Не утворюються вони і в екваторіальному поясі, між 5° північної широти і 5° південної широти. Ми ще не знаємо точно, чому це так, але можна вважати, що, оскільки на екваторі не діє сила Коріоліса, тут не може існувати та циркуляція повітря, яка необхідна для утворення тропічного циклону.

Слабкі вітри і тепле повітря в районі екватора призводять до виникнення тут звичайних хвильових циклонів, які, врешті-решт перероджуються в тропічні циклони. Звичайно, не всі хвильові циклони стають тропічними, але з багатьма з них, це трапляється, особливо в кінці літа і восени.

У літні місяці в районі Бермудських та Азорських островів розташовується майже нерухомий антициклон. Район, що лежить на південь від цього антициклону, служить осередком зародження тропічних циклонів, які приходять в США. Антициклон є область, в якій має місце певна циркуляція повітря. У північній частині цієї області панують помірні вітри системи західного переносу. На південному ж її фланзі дме східний пасат тропічного поясу. Антициклон сформований там, де панують низхідні рухи повітря, що створюють субтропічний пояс підвищеного тиску.

Переважаючі східні вітри переміщують тропічний циклон, що досяг зрілої стадії, на захід і північний захід. Швидкість переміщення його до моменту вступу на континент становить 16-48 км. Проходячи над водною поверхнею, тропічні циклони поповнюють запас енергії за рахунок надходження теплового і вологого повітря. Але коли вони виходять на сушу, то віддають їй частину своєї енергії і поступово втрачають силу. У разі ж якщо тропічні циклони, пройшовши островів, вийшли на водну поверхню, вони знову отримують енергію і посилюються.

В Атлантиці основне гніздо тропічних циклонів знову-таки лежить в північній півкулі, це західна частина океану, Карибське море і Мексиканська затока. Тут за рік виникає в середньому приблизно 8, рідко більше 10 тропічних циклонів (максимальне число, 21, було відзначено в 1933 році).

Через Кубу великі тропічні циклони проходять в середньому кожні два роки. З 1800 року 81 раз вони обрушувалися на острів, причому частіше в жовтні і вересні.

Спостерігаються тропічні циклони і в Індійському океані: в Бенгальській затоці, Аравійському морі, біля Мадагаскару і у західних берегів Австралії. Австралію тропічні циклони турбують і з півночі, з району Коралового, Тиморського і Арафурського морів. У кожному районі тропічні циклони мають, звичайно, свої особливості (наприклад, в західній частині Тихого океану їх роз-

міри, глибина і руйнівна сила найбільші), але по суті представляють собою одне природне явище.

Рухаючись над океанічними водами, урагани є і в більш високих широтах. Тропічні циклони Атлантики добираються до широти Нью-Йорка і навіть Канади. Відомі випадки, коли величезні тропічні вихори, зародившись на 15-20° північної широти, описували певну територію і через 10-15 днів доходили майже до Європи. Зустрічаються випадки, коли тайфуни обрушувалися на Владивосток, Сахалін і Курильські острови, іноді навіть Камчатку.

Сезон тихоокеанських тайфунів – це частина року, коли тропічні циклони формуються в західній частині Тихого океану. Область розгляду статті обмежена зі сходу лінією зміни дат, із заходу 110 меридіаном східної довготи, з півдня – екватором. Яких-небудь строгих обмежень на час формування тропічних циклонів в цьому регіоні не існує, але більша їх частина формується з червня по листопад, коли морська вода найбільш тепла.

В даному регіоні існує дві організації, які надають імена тропічним циклонам: Японське метеорологічне агентство (JMA) і Філіппінське управління атмосферних, геофізичних і астрономічних служб (PAGASA).

Тропічні депресії, що спостерігаються Об'єднаним військово-морським центром з попередження про тайфуни США (JTWC), отримують цифрове позначення з суфіксом W. Перший шторм отримав власне ім'я 3 січня, а перший тайфун досяг необхідної для цього статусу сили вітру 30 березня, незабаром ставши першим супертайфуном сезону.

Руйнівна діяльність тайфунів і ураганів здійснюється внаслідок спільної дії колосальної сили вітру, величезної кількості опадів, що випадають, штормового підйому рівня океану і утворення гігантських хвиль.

Шкала Бофорта для уніфікованої оцінки стану моря від одного (спокійне море) до 12 балів (ураган – море біле від піни і хвиль, що досягають висоти 15 м) виявилася непридатною для характеристики швидкості вітру при тайфунах і ураганах. До цих 12 балам було додано ще 5; останній 17 бал відповідає швидкості вітру 460 км/год.

Сучасні прилади не здатні реєструвати швидкість вітру понад 300 км/год. Рекордною вважається швидкість приблизно 400 км/год, при цьому мається на увазі не миттєво порив, а вітер, що дме протягом 5 хвилин. Окремі пориви мають швидкість на 20-30% більше.

У тропічних циклони нерідко швидкість вітру досягає 300-400 км/год. Такі швидкості не піддаються вимірам. Про них судять по руйнуваннях, що залишають після себе циклони. Часто при проходженні цих ураганів випадають зливи і град. Водоспади, що скидаються з неба і супроводжуються ревом вітру, наводять жах. Відомі випадки, коли в районах майбутніх тайфунів поверхні бухт покривалися мертвою рибою, яка загинула від надлишку прісної води [3].

Тропічні циклони на шляху руху завдають величезних матеріальних збитків і забирають чимало людських життів.

Жителям Філіппінських островів, Індокитаю і Японії слово «тайфун» відомо з незапам'ятних часів. Багато жертв мають на своєму рахунку

тайфуни Бенгальської затоки. Вони сприяють виникненню штормових потопів, які затоплюють низинні, густо населені узбережжя.

Відомі випадки, коли один тайфун забрав тисячі людських життів, наприклад, від тайфуну Віра в вересні 1959 р загинуло 5500 осіб. Це число істотно зростає, якщо враховувати людей, загинувших пізніше від голоду та хвороб.

Збиток, нанесений матеріальним цінностям, можна умовно розділити на прямий і непрямий. Прямий – це збиток, який проявляється безпосередньо під час дії шторму (руйнування будівель, пожежі, загибель врожаю і т. п.). Непрямий – це збиток, який проявляється протягом тривалого часу після проходження тайфунів і ураганів над островами і континентами. Наприклад, відсутність врожаю протягом декількох років на тих полях, з яких віднесло поверхневий шар ґрунту, скорочення виробництва на зруйнованих заводах та фабриках. Сума непрямих збитків, спричинених тропічним циклоном, може в кілька разів перевищувати суму прямого збитку. Багаторічна статистика спостереження за тропічними циклонами дозволила виявити деякі закономірності, що пов'язують розмір принесеного збитку з фізичними характеристиками тропічних циклонів. Це дозволяє скласти приблизне уявлення про масштаби лиха, що насувається [7].

Хронологія 2018. Утворення першого циклону: 29 грудня 2017. Розформування останнього циклону: Сезон триває. Найсильніший шторм: Тайфун Джелават – 935 гПа (мбар), 175 км/год (110 mph). Всього депресій: 21, одна не визнана JMA. Всього штормів: 13, один не визнаний JMA. Тайфуни: 5. Всього загиблих: 114. Загальний збиток: \$1.41 млрд.

Тайфун	Джелават (Калой)
Категорія	4 тропічний циклон (SSHS)
Період	24 вересня – 2 квітня 2018
Інтенсивність	175 км/ч (110 mph) (10-хв), 935 гПа (мбар)

24 березня на південь від Маріанських островів сформувалася тропічна депресія, яка отримала від JTWC позначення 03W. На наступний день циклон посилювався до тропічного шторму і отримав ім'я Джелават від JMA, а до 18-ї години 28 березня посилювався до жорстокого тропічного шторму. Пізно ввечері 29 березня в центральній частині циклону почало формуватися око і опівночі 30 березня JMA підвищило статус системи до тайфуну. Протягом наступних 12 годин тайфун зазнав ефект вибухової інтенсифікації (англ.), в результаті чого за цей невеликий час тайфун досяг четвертої категорії, ставши першим супертайфуном сезону з усередненою за 10 хвилин швидкістю вітру в 175 км/год, усередненою за 1 хвилину швидкістю вітру в 240 км/год і мінімальним тиском в 935 гПа. Через тайфун Джелават були перенесені випробування китайського безпілотного підводного човна, про жертви і руйнування не повідомлялося, циклон пройшов далеко від суші.

Труднощі дослідження тропічних циклонів пояснюються, перш за все, тим, що в процесі проведення наукового експерименту необхідно оперативно вирішувати завдання їх виявлення і доставки наукової вимірювальної апаратури в будь-який район Землі. Більш того, потрібно вирішувати завдання збору та обробки наукової

інформації, визначення просторових координат аеростатних зондів і океанічних буїв.

Ці завдання можуть бути успішно вирішені шляхом оперативного зондування параметрів атмосфери і океану, заснованих на останніх досягненнях космічної техніки.

Розробка космічної системи контактного зондування параметрів атмосфери і океану починається з аналізу характеристик тропічних циклонів, які впливають на вибір характеристик як осей системи зондування в цілому, так і окремих її елементів. Набір таких характеристик тайфунів із зазначенням числового діапазону зміни кожної з них ми будемо називати модельними, характеристиками. До їх числа можна віднести: фізичні характеристики (вертикальні і горизонтальні розміри, швидкість вітру, температуру та тиск повітря всередині тайфунів, час існування тропічних циклонів); райони їх виникнення; частоту появи; характер траєкторій руху.

Раніше було наведено відомості про деякі з перерахованих модельних характеристик. Однак це носило описовий характер, що пояснює особливості досліджуваного метеорологами нестационарного атмосферного явища.

Загальна схема проходження інформації від бортових приладів спостереження до наземного оператора. Традиційні методи дистанційного зондування земної поверхні з космосу передбачають на борту супутника апаратури для реєстрації інформації, що надходить від приладів спостереження. Після входження супутника в зону видимості наземних пунктів спостереження ця інформація передається по телеметричній радіолінії бортовим програмно-тимчасовим пристроєм, що керує роботою приладів дистанційного спостереження та режимами роботи апаратури передачі даних на наземні приймальні пункти. Далі ця інформація обробляється та аналізується оператором для виявлення ознак, що характеризують атмосферні аномалії, які шукають. Для передачі інформації з орбіти на Землю вона повинна бути відповідним чином змінена на борту, а після отримання на наземних пунктах відновлена в зручній формі. Для цього інформація спочатку проходить на Землі попередню обробку з контролем правильності роботи телеметричного каналу. Схема реєстрації, передачі та обробки телеметричної інформації на Землю виглядає так: спочатку до приймальної станції вона реєструється на магнітній стрічці і передається з магнітних носіїв в ЕОМ, де її попередньо обробляють і контролюють; після цього її представляють у вигляді, зручному для аналізу наземним оператором.

Оскільки обсяг інформації, що надходить з борту, великий, то хороша оперативність обробки досягається тільки при високошвидкісних каналах передачі даних.

В даний час далеко ще не в усьому зрозуміла таємниця тропічних циклонів, незважаючи на те, що над цією проблемою ламає голову не одне покоління вчених. До сих пір до кінця не з'ясовані необхідні і достатні умови виникнення і розвитку тайфунів. Не ясний також механізм початкового імпульсу, що приводить в рух систему. Незрозумілі фізичні процеси, що супроводжують розвиток тайфуну в різних його стадіях. Дуже важливими є питання про траєкторії руху тропічних циклонів, про те, яким законам під-

коряється їх рух, чим відрізняються один від одного траєкторії переміщення тайфунів в різних районах Землі, як змінюються ці траєкторії за порами року, точність їх прогнозування.

Створено ряд теорій, що пояснюють перераховані проблеми тропічних циклонів, однак, наприклад, теорія, що пояснює походження і розвиток такого цікавого явища, як око тайфуну розвинена слабо. І взагалі багато питань в цій галузі науки залишаються невирішеними. Розвиток теорії помітно гальмується через нестачу спостережень, особливо в тропіках і над океаном. Найбільш важко простежити, в яких умовах відбувається зародження тропічних вихорів, чи були збурення в цей момент і які саме.

Найбільш зручно вивчати тайфуни за допомогою стаціонарних наземних метеорологічних станцій, розташованих на невеликих островах.

Крім основних метеорологічних станцій, широкій розвиток отримали станції спостереження і вивчення тайфунів, які розташовані на узбережжі великих острівних континентів. Найбільший розвиток такі станції отримали в країнах, що піддаються систематичному впливу тропічних циклонів. Такі служби існують у США, Японії, Індії, В'єтнамі, Китаї, Австралії та інших державах.

Розходження зі штормовим полем тайфуну будується на базі завдань тактичної навігації з урахуванням географічних умов в районі переходу, призначеного маршруту, потужності машин, водотоннажності судна, його швидкості та інших факторів, пов'язаних з завданнями рейсу:

1. Розраховується і наноситься на карту сектор ймовірного переміщення штормового поля. Розрахунок ґрунтується на знанні місця та напрямку переміщення тайфуну, отриманих на основі аналізу всіх видів інформації (синоптичні карти, супутникова фотоінформація, місцеві ознаки, штормові попередження). Штормове поле тайфуну зазвичай будується радіусом 5-6-бального хвилювання, проте стосовно конкретного судна воно будується на основі врахування таких факторів, як потужність машин, водотоннажність, терміновість рейсу, характер вантажу, район плавання і т. д. Помилка розташування центру тайфуну ΔM і помилка у визначенні напрямку переміщення тайфуну $\Delta \alpha$ залежать від джерела інформації. Пропонується наступна кількісна залежність (табл. 1), до якої рекомендується підходити критично, бо, крім об'єктивних чинників, що визначають точність, в ряді випадків вона носить суб'єктивний характер, що залежить від рівня кваліфікації судноводійного складу.

Побудова сектора ймовірного переміщення штормового поля тайфуну є основою для подальших розрахунків.

2. Розраховується курс на ухилення:

а) при положенні судна поза сектором ймовірного переміщення тайфуну (рекомендується розходження на контркурсах або курсах, що не заходять в межі сектора. «Відворот назустріч» дозволяє швидше уникнути небезпеки і зменшити помилки розрахунків і є кращим;

б) при положенні судна всередині сектора ймовірного переміщення штормового поля тайфуну розрахунки маневрування на ухилення будуються методом побудови швидкісного трикутника. Наведеною побудовою визначається сектор курсів на ухилення в залежності від маршруту переходу і ін-

ших вищевикладених факторів. Схема розрахунків не вимагає особливого пояснення, однак необхідно зауважити, що практично завжди судноводія цікавить курс ухилення не від центру тайфуну, а від району з вітром і хвилюванням, входити в який вважається недоцільним. Рекомендується в широтній зоні 25-30° південної широти швидкість тайфуну трохи завищувати щоб уникнути можливих помилок в розрахунках. У зв'язку з недостатньою вивченістю такого складного природного явища, як тайфун, а також великою відповідальністю судноводія за судно і екіпаж необхідно для впевненої розбіжності твердо дотримуватися наступних правил: отримувати різнобічну інформацію і спостерігати за переміщенням тайфуну безперервно аж до впевненого розходження з ним; не бути прив'язаним до раніше прийнятого рішення. При новій ситуації коригувати розрахунки на ухилення в міру отримання більш достовірної інформації.

У практиці судноводіння нерідкі випадки, коли маневр на ухилення з тих чи інших причин запізнився або ухилення утруднено. До цих випадків можна віднести наступні:

– судно захоплено тайфуном далеко від пунктів укриття, в обмеженому районі, що виключає свободу маневру на ухилення;

– при переході в широтах 5-15° північної можлива раптова зустріч з тайфуном через відсутність інформації або її недостовірності;

– на переході в широтах 30-45° північної з перетворенням тайфуну в потужний позатропічний циклон з діаметром штормового поля до 1000 миль і швидкістю переміщення до 25-30 вузлів судно не встигає піти із зони штормових вітрів, але маневрує ухиляючись від центру циклону;

– на переході поблизу району повороту тайфуну не врахована зміна напрямку його переміщення.

У цих випадках правильне маневрування в зоні штормових і ураганних вітрів дозволить забезпечити безпеку судна. При шквалістому вітрі, відсутності видимості важливого значення набуває визначення напрямку вітру і визначення, в якій половині щодо шляху переміщення центру тайфуну знаходиться судно. Тут доцільно нагадати, що якщо при нерухомому (лежачому в дрейфі) судні вітер заходить за годинниковою стрілкою (вправо), то спостерігач знаходиться в правій половині тропічного циклону (тайфуну), якщо ж вітер заходить проти годинникової стрілки (вліво) – спостерігач в лівій половині тайфуну. Це правило справедливо і для північної, і для південної півкулі. Також слід розрізняти передню і тилову половини (і чверті) тайфуну; тут основним показником може служити зростання і падіння тиску. Падіння тиску покаже, що судно в передній половині циклону. Таким чином, ори-

єнтування спостерігача зводиться до визначення «четвірки», в якій він знаходиться. Прийнято передню праву в північній півкулі і передню ліву чверть в південній півкулі називати «небезпечною», а передні ліві (в північній півкулі), праву (в південній) і тилові чверті – «судноплавними». У «небезпечній» чверті вітри спрямовані до траєкторії тайфуну і перешкоджають відходу від неї при ухиленні судна.

Правила маневрування в зоні штормових вітрів. Правила для тропічних циклонів північної півкулі:

1-е правило. Судно знаходиться в передніх правих (небезпечній) чверті тайфуну. Залежно від близькості до шляху тайфуну, швидкості його переміщення, мореплавства судна, потужності машин і швидкості ходу судноводій приймає рішення:

– перейти в безпечну чверть під прямим кутом до лінії шляху тайфуну максимальною ходом, маючи вітер справа в бакштаг;

– піти зі шляху руху тайфуну, повернути на зворотний курс, маючи вітер справа в бейдевінд.

2-е правило. Судно знаходиться в «небезпечній» передній правій чверті тайфуну і завчасно перейти в безпечну чверть не могло. Судноводій приймає рішення ухилитися від центру тайфуну і виходить із зони ураганних вітрів на гострих курсових кутах правого борту повним ходом до тих пір, поки ще вітер і хвилювання допускають це. Кут до вітру слід збільшити до 40% і зменшити хід. При подальшому посиленні вітру і хвилювання, підробітку машинами, утримуватися проти хвилі. Коли ж через втрату керованості судно буде змушене лягти в дрейф, судноводій повинен, використовуючи всі засоби, поставити його правим бортом до вітру. При проходженні судна щодо тайфуну воно продовжує шлях, маючи вітер справа по кормі.

3-е правило. Судно знаходиться в «безпечній» передній лівій чверті тайфуну і виходить із зони ураганних вітрів, приводячи вітер на кормові курсові кути правого борту, курсом, перпендикулярним до траєкторії тайфуну. У міру руху від центру при незмінному курсі, вітер буде заходити на траверзні, а потім на гострі курсові кути правого борту. Якщо судно не зможе через сильну хвилю витримати цього курсу, воно повинно звалитися під вітер на кормові кути правого борту, продовжуючи виходити із зони вітрів.

Подібні рекомендації відносяться і до судна, що знаходиться прямо на шляху тайфуну, воно повинно якомога більшим ходом йти зі шляху під прямим кутом до нього, маючи вітер борту по кормі.

4-е правило. Судно наздоганяє тайфун. В даному випадку необхідно зменшити хід, привести вітер по лівому борту. Після відходу тайфуну продовжувати шлях.

Таблиця 1

Кількісна залежність помилки розташування центру тайфуну ΔM і помилка у визначенні напрямку переміщення тайфуну Δn залежать від джерела інформації

Помилка розташування центру тайфуну (ΔM), милі	синоптичні карти	супутникова фотоінформації	Інформація за місцевими ознаками
		30-50	50-100
Помилка в напрямку переміщення центру тайфуну (Δn) град	10-20	10-30	30-50

Джерело: [4]

5-е правило. Якщо судноводій не може встановити чверть, в якій знаходиться корабель, то слід припустити найгірший варіант і вважати себе в «небезпечній» чверті. В цьому випадку необхідно привести вітер на гострі курсові кути правого борту. Якщо при подальшому аналізі обстановки припущення виправдовується, то судно на найвигіднішому курсі, якщо не виправдовується і судно зліва від шляху тайфуну, воно повинно, звалитися під вітер і привівши його на кормові курсові кути правого борту, йти від лінії шляху тайфуну. Це правило є дуже важливим, так як при сильному вітрі, шквалах, коли зміна напрямку вітру може досягати 50°, сильній хитавиці, поганій видимості і зливових опадах, часто важко з потрібною точністю визначити напрям вітру. Якщо до того ж ще й відсутня інформація, то це правило судноводій повинен завжди мати на озброєнні. Маневрування судна в зоні тропічних циклонів південної півкулі в принципі ідентично північному. Сутність всіх правил зводиться до того, що в зоні дії тропічного циклону курс судна з механічним двигуном повинен бути розташований так, щоб в північній півкулі вітер був з правого борту, а в південному – з лівого борту.

Висновки і пропозиції. Вивчення тропічних циклонів показало:

1. Циклон – це атмосферний вихор, повітря в якому рухається з області зниженого тиску, в центрі, в область підвищеного тиску, на периферії.

2. Головна умова виникнення тропічних циклонів – температура океану, над яким він утворюється, повинна перевищувати 27°C.

3. Основними районами зародження тропічних циклонів є Карибське море, Мексиканська затока, західні райони Мексики, Філіппінські острови, Південно-Китайське море, Бенгальська затока і південні райони Індійського і Тихого океанів.

4. В житті тайфунів виділяють чотири стадії: формування, молодого циклону, зрілого і згасання.

5. Середній тропічний циклон живе близько шести діб. Бувають і відхилення, коли його життя триває від декількох годин до декількох тижнів і навіть місяця.

6. Фізичні властивості тропічних циклонів – однакові температури, тиск, швидкість вітру, характеристики хмарності.

7. У тропічних циклонах швидкість вітру досягає 300-400 км/год. Такі швидкості не піддаються вимірюванню.

8. У тропічних циклонах вітер навколо ока обертається в північній півкулі проти годинникової стрілки, а в південній – за годинниковою стрілкою.

8. Тропічні циклони – явище сезонне, вони найчастіше формуються влітку і восени.

10. Енергія одного тропічного циклону приблизно дорівнює енергії, що звільняється при одночасному вибуху чотирьохсот двадцяти – мегатонних бомб.

11. Тропічні циклони не можуть переходити з Північної півкулі в Південну і навпаки. Це пов'язано з тим, що в екваторіальних широтах дуже мало сили Коріоліса і, отже, малий і закручуючий момент, необхідний для створення замкнутої циркуляції.

12. Тропічні циклони активно втручаються не тільки на створене людьми, а й в географію, змінюючи рельєф і контури земної поверхні. Іноді після атаки урагану і тайфуну зникають з лиця Землі цілі коралові острови (правда невеликі), разом пальмами і іншою рослинністю, що вкривала їх поверхню.

13. У дослідженні тропічних циклонів залишається дуже багато незрозумілих фактів.

Список літератури:

1. Астапенко П.Д. Вопросы о погоде. Гидрометеиздат, 1982. 240 с.
2. Большая энциклопедия. Москва : Дрофа, 2011. 1359 с.
3. Шарлай Г.Н. Управление морским судном. Владивосток : Мор. гос. ун-т, 2009. 503 с.
4. Гринин А.С., Новиков В.Н. Экологическая безопасность. Защита территории и населения при чрезвычайных ситуациях : учебное пособие. Москва : Фаир-Пресс, 2002. 336 с.
5. Дымников В.П., Филатов А.Н. Устойчивость крупномасштабных атмосферных процессов. Л.: Гидрометеиздат, 1990. 236 с.
6. Зверев А.С. Синоптическая метеорология. Л., 2007. 367 с.
7. Коробкин В.И., Передельский Л.В. Экология. Ростов н/Д : Феникс, 2010. 576с.
8. Матвеев Л.Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы. Л., 1984. 271с.
9. Матвеев Л.Т. Теория общей циркуляции атмосферы и климата Земли. Л. : Гидрометеиздат, 1991. 295с.
10. Минина Л.С. Тропические циклоны. Л., 1974. 126 с.

References:

1. Astapenko, P.D. (1982). Voprosy o pogode [Questions about the weather]. Gidrometeoizdat, 240 p.
2. Bol'shaya entsiklopediya [Big encyclopedia]. M.: Drofa, 2011. 1359 p.
3. Sharlai, G.N. (2009). Upravleniye sudnom [Ship handling]. Vladivostok: Mor. gos.un-t, 503 p.
4. Grinin, A.S., & Novikov, V.N. (2002). Ekologicheskaya bezopasnost'. Zashchita territorii i naseleniya pri chrezvychaynykh situatsiyakh [Environmental Safety. Protection of the territory and population in emergency situations]. Uchebnoye posobiye. M.: Fair-Press, 336 p.
5. Dymnikov, V.P., & Filatov, A.N. (1990). Ustoychivost' krupnomasshtabnykh atmosferynykh protsessov [Stability of large-scale atmospheric processes]. L.: Gidrometeoizdat, 236 p.
6. Zverev, A.S. (2007). Sinopticheskaya meteorologiya [Synoptic meteorology]. L., 367 p.
7. Korobkin, V.I., & Peredel'skiy, L.V. (2010). Ekologiya [Ecology]. Rostov n/D: Feniks, 576 p.
8. Matveyev, L.T. (1984). Kurs obshchey meteorologii. Fizika atmosfery [General meteorology course. Physics of the atmosphere]. L., 271p.
9. Matveyev, L.T. (1991). Teoriya obshchey tsirkulyatsii atmosfery i klimata Zemli [The theory of the general circulation of the atmosphere and climate of the Earth]. L.: Gidrometeoizdat, 295p.
10. Minina, L.S. (1974). Tropicheskiye tsyklony [Tropical cyclones]. L., 126 p.