

Васалатій Н.В., Монюшко М.М.

ВПЛИВ ХМАРНОСТІ ТРОПІЧНОЇ ЗОНИ НА БЕЗПЕКУ СУДНОПЛАВСТВА

У статті досліджено вплив хмарності тропічної зони на безпеку судноплавства. Проаналізовано основні типи хмарних систем у тропіках, включаючи тропічні циклони, внутрішньотропічну зону конвергенції, холодні вторгнення, пасатні хвилі та мусонну хмарність. Розглянуто механізми їх формування та вплив на навігаційні умови. Визначено критерії оцінки небезпечних ситуацій, пов'язаних з погодними умовами. Запропоновано рекомендації щодо підвищення безпеки судноплавства в тропічних регіонах. Особливу увагу приділено впливу хмарності на радіолокаційне та візуальне спостереження, а також розробці практичних заходів для мінімізації ризиків при плаванні в складних метеорологічних умовах.

Ключові слова: *хмарність тропічної зони, тропічні циклони, мусонні вітри, видимість, метеорологічні умови, навігаційна гідрометеорологія, навігаційні небезпеки, безпека судноплавства.*

Постановка проблеми. Зростання інтенсивності морських перевезень у тропічних регіонах підвищує актуальність дослідження впливу метеорологічних умов на безпеку судноплавства. Хмарність тропічної зони має особливе значення, оскільки може суттєво впливати на видимість, формувати небезпечні погодні явища та ускладнювати навігацію. Зміни клімату призводять до збільшення частоти та інтенсивності тропічних штормів, що робить дослідження в цій галузі особливо важливими.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження впливу метеорологічних умов на безпеку судноплавства має міждисциплінарний характер. Костенко В.І. та Тихонов В.Г. зосередили увагу на методах навігаційного планування з урахуванням гідрометеорологічних факторів, розробивши комплексні підходи до оцінки погодних ризиків. Буров А.А. та Шевченко С.В. створили теоретичні основи управління навігацією в складних погодних умовах, запропонувавши математичні моделі для прогнозування розвитку небезпечних ситуацій. Кучеренко А.М. дослідив питання автоматизації навігаційного планування, розробивши алгоритми врахування метеорологічних факторів при прокладці курсу.

Значний внесок у дослідження впливу тропічних циклонів на судноплавство зробили Топчий В.Л. та Завітаєв В.Л., які розробили методики оцінки ризиків при плаванні в тропічних водах та запропонували критерії безпечного маневрування. Прадюх В.І. та Капліна А.А. досліджували вплив метеорологічних факторів на морехідні якості суден, визначивши критичні параметри остійності в умовах штормового хвилювання.

У міжнародній практиці важливими є роботи Bowditch N., який систематизував вплив гідрометеорологічних умов на навігацію та розробив практичні рекомендації для судноводіїв. Moore C.S. досліджував питання остійності суден при штормовому хвилюванні, створивши методики розрахунку критичних ситуацій. House D.J. розробив практичні рекомендації з управління судном в екстремальних погодних умовах, особливу увагу приділивши питанням безпеки при проходженні тропічних циклонів.

Мета роботи полягає в дослідженні впливу хмарності тропічної зони на безпеку судноплавства шляхом аналізу основних типів хмарних систем і механізмів їхнього формування, а також визначенні критеріїв оцінки небезпечних метеорологічних ситуацій. Робота спрямована на розробку практичних рекомендацій для мінімізації ризиків і підвищення безпеки навігації в тропічних регіонах, зокрема щодо впливу хмарності на радіолокаційне та візуальне спостереження.

Виклад основного матеріалу. У тропічній зоні, розташованій між 30° північної та південної широти, відбуваються складні атмосферні процеси, які суттєво впливають на умови судноплавства.

Основними типами хмарних систем у тропіках є тропічні циклони, внутрішньотропічна зона конвергенції, холодні вторгнення, пасатні хвилі та хмарні масиви мусонного походження.

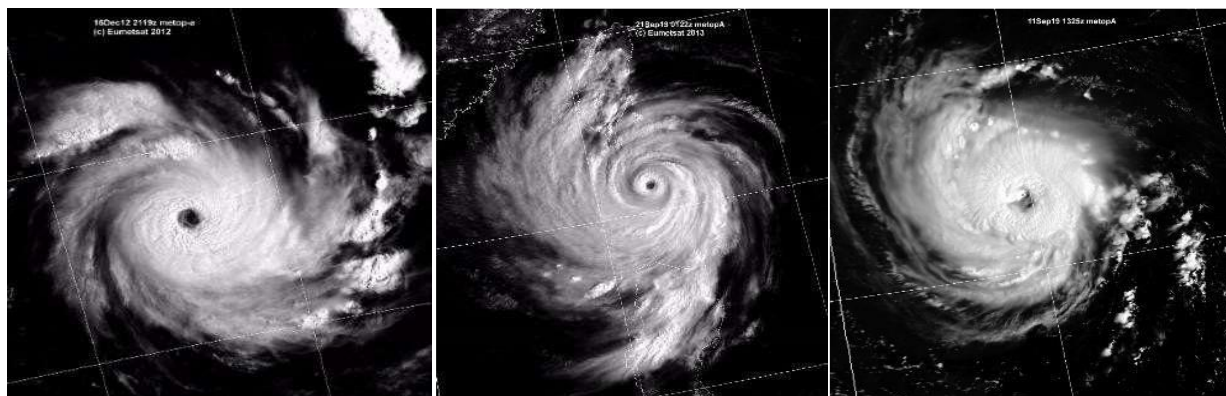


Рисунок 1 – Хмарність ТЦ на знімках МШСЗ, Meteosat, IR [11].

Тропічні циклони становлять найбільшу небезпеку для судноплавства, характеризуючись діаметром від 200 до 800 км, тривалістю існування до 2-3 тижнів та швидкістю вітру понад 33 м/с. Вони супроводжуються інтенсивними опадами з добовими сумами 100-300 мм та формуванням хвиль висотою понад 10 м. Особливо небезпечним є раптове посилення вітру та виникнення аномально високих хвиль.

Внутрішньотропічна зона конвергенції формує хмарні системи шириною 500-600 км та довжиною 2000-3000 км. Вона характеризується потужною конвекцією, інтенсивними висхідними рухами повітря та формуванням купчасто-дощових хмар. В зоні конвергенції часто виникають сильні грози та шквали, що створюють додаткові ризики для судноплавства.

Холодні вторгнення в тропіки супроводжуються формуванням вузьких хмарних смуг, різкими змінами погодних умов та суттєвим погіршенням видимості. При цьому можливе раптове посилення вітру та розвиток небезпечного хвилювання. Пасатні хвилі характеризуються ізольованими скупченнями хмар розміром від 200 до 1000 км, які при певних умовах можуть трансформуватися в тропічні циклони.

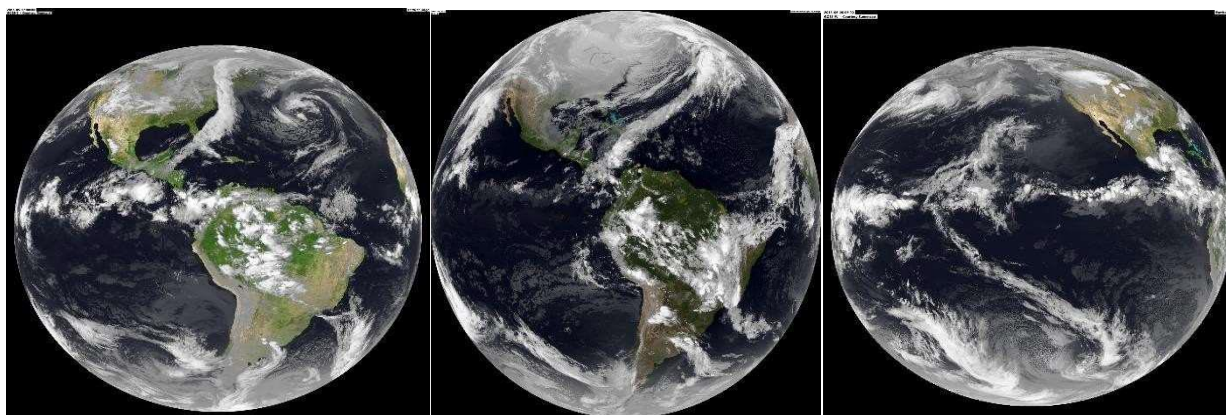


Рисунок 2 – Хмарність ХФ у тропіках на знімках МШСЗ, IR [12]

Мусонна хмарність призводить до формування потужних конвективних хмар, супроводжується інтенсивними опадами та різкими змінами погодних умов. Особливо небезпечними є періоди зміни мусонів, коли можливе формування штормових умов та значне погіршення видимості.

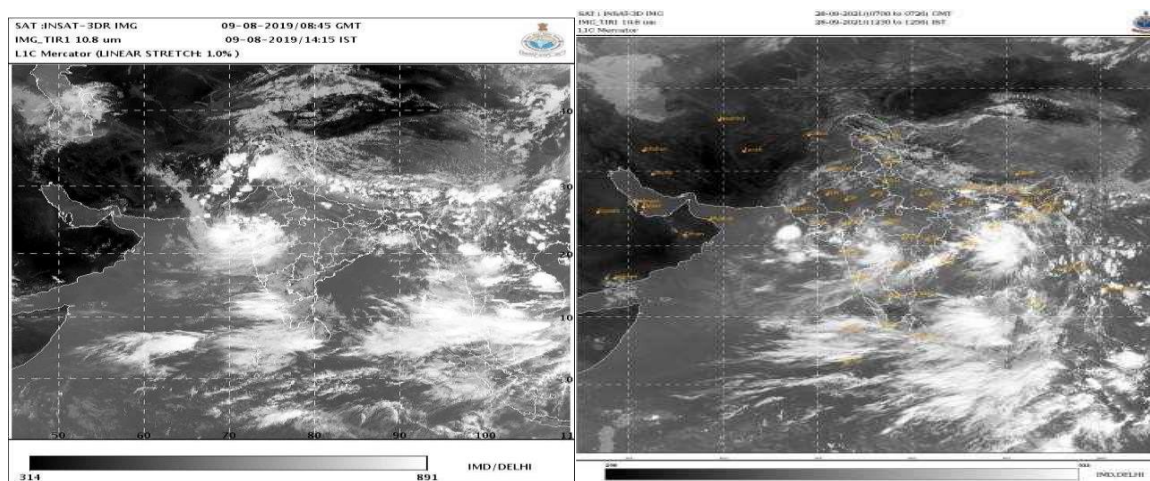


Рисунок 3 – Мусонні скупчення у Південно-східній Азії, IR [12]

Вплив хмарності на радіолокаційне спостереження проявляється через ослаблення сигналів та зменшення дальності виявлення цілей, яке може досягати 30-40% при сильних опадах. Особливо небезпечним є маскуванню цілей відбитими сигналами від зон інтенсивних опадів та погіршення роздільної здатності РЛС. При цьому можуть виникати хибні цілі від потужних купчасто-дощових хмар.

Візуальне спостереження суттєво ускладнюється при низькій хмарності та опадах різної інтенсивності. Зменшується дальність виявлення навігаційних орієнтирів, ускладнюється визначення відстані до об'єктів, підвищується ризик зіткнень суден. Особливо небезпечними є умови обмеженої видимості при сильних зливах та грозах.

Хмарність також впливає на роботу навігаційного обладнання, створюючи перешкоди для супутникових навігаційних систем, викликаючи збої в роботі електронних приладів та ускладнюючи радіозв'язок. Можливі помилки в показаннях ехолотів та вплив на роботу гірокомпасів, що вимагає підвищеної уваги до контролю навігаційної обстановки.

Для підвищення безпеки судноплавства необхідна реалізація комплексу технічних та організаційних заходів. Технічні заходи включають впровадження сучасних метеорологічних радарів, модернізацію судових РЛС та встановлення автоматизованих систем попередження про небезпечні явища. Важливим є використання інтегрованих навігаційних систем та забезпечення резервування критично важливого обладнання.

Організаційні заходи передбачають розробку детальних процедур дій екіпажу в складних метеоумовах, впровадження систем управління безпекою та регулярне оновлення навігаційних карт і посібників. Необхідна оптимізація маршрутів з урахуванням сезонних метеорологічних умов та посилення вимог до підготовки екіпажів.

Особливу увагу слід приділяти інформаційному забезпеченню, використовуючи спеціалізовані метеорологічні сервіси, отримуючи регулярні прогнози погоди та штормові попередження. Важливим є моніторинг супутникових знімків хмарності та обмін інформацією з іншими суднами та береговими службами.

Навчання та підготовка персоналу повинні включати спеціальні тренінги з метеорологічної підготовки, відпрацювання дій в екстремальних погодних умовах та вивчення особливостей тропічної метеорології. Необхідне постійне підвищення кваліфікації судноводіїв та психологічна підготовка екіпажів.

Міжнародна співпраця має бути спрямована на участь у спільних програмах метеорологічного забезпечення, обмін досвідом та кращими практиками, гармонізацію стандартів безпеки. Важливими напрямками є спільні дослідження впливу кліматичних змін та розвиток глобальних систем попередження про небезпечні явища.

Висновок. Таким чином, хмарність тропічної зони має значний вплив на безпеку судноплавства через формування небезпечних погодних явищ, погіршення видимості та ускладнення навігаційних умов. Комплексне використання сучасних технологій спостереження, прогнозування та попередження про небезпечні явища, разом із належною підготовкою екіпажів та міжнародною співпрацею, дозволить підвищити рівень безпеки морських перевезень у тропічних регіонах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Костенко В.І. Основи навігаційного планування. Київ: Кондор, 2015. 280 с.
2. Тихонов В.Г. Сучасні методи навігаційного планування суден. Одеса: ОНМА, 2018. 220 с.
3. Буров А.А., Шевченко С.В. Управління навігацією: теорія та практика. Харків: ХНУ, 2017. 300 с.
4. Кучеренко А.М. Автоматизація навігаційного планування: практичні аспекти. Київ: Наукова думка, 2016. 150 с.
5. Топчий В.Л. Навігаційні системи та їх використання в плануванні рейсів. Львів: ЛНУ, 2019. 250 с.
6. Завітаєв В.Л. Судноводіння на внутрішніх і прибережних морських шляхах. Київ: Ліра-К, 2019. 282 с.
7. Прадюх В.І., Капліна А.А. Морехідні якості суден. Херсон, 2021. 108 с.
8. Bowditch N. *The American Practical Navigator: An Epitome of Navigation*. 2017.
9. Moore C.S. *Intact Stability*. 2010.
10. House D.J. *Ship handling Theory and Practice*. 2007.
11. Wokingham Weather [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.woksat.info/wos.html>
12. Portal to Meteorological Education and Training within Europe [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://eumetcal.eu/>

REFERENCES

1. Kostenko V.I. *Fundamentals of Navigational Planning*. Kyiv: Kondor, 2015. 280 p.
2. Tikhonov V.H. *Modern Methods of Ship Navigational Planning*. Odesa: ONMA, 2018. 220 p.
3. Burov A.A., Shevchenko S.V. *Navigation Management: Theory and Practice*. Kharkiv: KNU, 2017. 300 p.
4. Kucherenko A.M. *Automation of Navigational Planning: Practical Aspects*. Kyiv: Naukova Dumka, 2016. 150 p.
5. Topchyi V.L. *Navigation Systems and Their Use in Voyage Planning*. Lviv: LNU, 2019. 250 p.
6. Zavitayev V.L. *Ship Navigation on Inland and Coastal Sea Routes*. Kyiv: Lira-K, 2019. 282 p.
7. Pradyukh V.I., Kaplina A.A. *Seaworthiness of Ships*. Kherson, 2021. 108 p.
8. Bowditch N. *The American Practical Navigator: An Epitome of Navigation*. 2017.
9. Moore C.S. *Intact Stability*. 2010.
10. House D.J. *Ship Handling: Theory and Practice*. 2007.
11. Wokingham Weather [Electronic resource]. Available at: <http://www.woksat.info/wos.html>
12. Portal to Meteorological Education and Training within Europe [Electronic resource]. Available at: <https://eumetcal.eu/>

Vasalatii N., Moniushko M.

IMPACT OF TROPICAL ZONE CLOUDINESS ON MARITIME NAVIGATION SAFETY

The article examines the impact of tropical zone cloudiness on maritime navigation safety. The main types of cloud systems in the tropics are analyzed, including tropical cyclones, intertropical convergence zone, cold intrusions, trade wind waves, and monsoon cloudiness. The mechanisms of their formation and influence on navigational conditions are considered. Criteria for assessing dangerous situations related to weather conditions are defined. Recommendations for improving maritime safety in tropical regions are proposed. Special attention is paid to the impact of cloudiness on radar and visual observation, as well as the development of practical measures to minimize risks when sailing in difficult meteorological conditions.

Keywords: *cloudiness of the tropical zone, tropical cyclones, monsoon winds, visibility, meteorological conditions, navigational hydrometeorology, navigational hazards, maritime safety.*