

Monstrualne fale

Przez lata występowały one tylko w opowieściach marynarzy, którym nikt nie dawał wiary. Najczęściej określane są angielską nazwą *rogue waves* (ale nazw jest więcej, również polskich). Nie tak dawno poświęcono im specjalny numer *European Physical Journal* [1] i tam pokuszono się o zdefiniowanie pojęcia. Chodzi o pojawiającą się jakby znikąd falę, która ma amplitudę co najmniej dwa razy większą niż fale w okolicy. Zjawisko to, rozumiane jako efekt nieliniowy, występuje w wielu dziedzinach (optyka nieliniowa, kondensacja Bosego-Einsteina, fizyka plazmy, ekonomia (?) itp.), ale pierwotnie odnosi się do fal na głębokiej wodzie (głębokość dużo większa od długości fali).

Jest wiele historycznych doniesień, które mogłyby być za pomocą takiej fali wyjaśnione, ale z kategorii mitu do rzeczywistości została ona przeniesiona dopiero dzięki rejestracji za pomocą przyrządów morskiej (norweskiej) platformy Draupner 1 stycznia 1995 roku. Wcześniej wydawało się, że tak duże (dwudziestometrowe) fale praktycznie się nie zdarzają.

Natura tego zjawiska naturalnego nadal pozostaje tajemnicą, ale jest coraz więcej argumentów za uznaniem nieliniowości zjawiska. Jedyna konkurencyjna teoria odwołuje się do zwykłej interferencji, ale podejście to nie tłumaczy częstości występowania fenomenu, który jest odkrywany coraz częściej np. w danych pochodzących z satelitarnej obserwacji oceanów. Na szczęście fale te, tak jak powstają (pozornie) z niczego, tak po chwili znikają bez śladu. Chyba że akurat trafią na jakiś statek – wtedy to on może zniknąć bez śladu. Najbardziej znana jest historia niemieckiego barkowca MS München, który zatonął w niewyjaśnionych okolicznościach w czasie sztormu w 1978 roku. W efekcie zakrojonej na olbrzymią skalę akcji ratunkowo-poszukiwawczej odnaleziono pojedyncze przedmioty ze statku, w tym puste tratwy ratunkowe, oraz pustą szalupę, na której znaleziono ślady świadczące o tym, że została ona zdarta z pokładu, choć znajdowała się dwadzieścia metrów ponad linią wodną.

Do modelowania monstrualnych fal używa się najczęściej nieliniowego równania Schrödingera. Udało się uzyskać rozwiązania wyglądające jak domniemane fale. Niektórym to jednak nie wystarcza i podjęli próbę wzbudzenia tego typu fal w warunkach laboratoryjnych.

Kolejna z takich prób właśnie została zakończona sukcesem [2]. Udało się wygenerować falę aż pięć razy wyższą niż zafalowanie doświadczalnego akwenu i to w sposób powtarzalny. Do publikacji [2] dołączony jest filmik pokazujący, jak taka fala wywraca łódeczkę piracką (wziętą z zestawu klocków LEGO). Jednocześnie efekt jest dokładnie mierzony, a pomiary zgadzają się bardzo dobrze z przewidywaniami.

Jedną z cech wyróżniających rzeczywiste monstrualne fale jest ich aspekt chaotyczny. Takiej fali, jak na razie, nie udało się wytworzyć.

Jest jednak proste doświadczenie, które pokazuje coś podobnego. Do demonstracji potrzebny jest styropianowy kubeczek do napojów wypełniony wodą, np. do trzech czwartych, oraz nieidealnie gładki stół. Należy przesuwając kubeczek po stole. Powinno być słychać umiarkowanie nieprzyjemny dźwięk, jakby brzęczenie, które jest spowodowane skokowym przesuwaniem się kubeczka po stole. Wibracja ta wzbudza w sposób przypadkowy fale powierzchniowe w kubeczku. Przy odpowiednio zdecydowanym przesunięciu z kubeczka wyskakują do góry krople, choć powierzchnia wody jest tylko zmarszczona. Można to zrobić tak, że wylatuje tylko jedna kropla.

Niestety, nie jest mi znany teoretyczny opis tego efektu, więc trudno jest wyrokować, czy jest to zjawisko nieliniowe, czy tylko interferencja. Wygląda jednak bardzo spektakularnie. Amplituda wzbudzeń przekracza amplitudę zmarszczek o dwa rzędy wielkości!

Wróćmy do poważnych badań [1, 2]. Dyscyplina rozwija się bardzo intensywnie. Nie wiadomo jednak, jakie będzie to miało przełożenie na transport morski. Trywialne stwierdzenie, że zdarzenia rzadkie, choć zdarzają się rzadko, to jednak się zdarzają, również rzadko jest początkiem jakiegokolwiek działania. Najwyżej ubezpieczyciele podniosą składkę. Szansa na budowanie statków zdolnych wytrzymać uderzenie takiej monstrualnej fali są niewielkie. Podobnie jak niewielkie są szanse na budowę budynków zdolnych wytrzymać największe trzęsienia ziemi (takie, jakich ludzkość nie pamięta, ale jakie wypiętrzają góry), czy zabezpieczenie rynków finansowych przed kolejnym kryzysem. Dlatego poszukiwane są sposoby wykrywania warunków, w których występowanie takich, jak widać realnych, potworów morskich jest możliwe.

Piotr ZALEWSKI

[1] *Discussion & Debate: Rogue Waves—Towards a Unifying Concept?*, The European Physical Journal—Special Topics **185**, No. 1 (July 2010).

[2] A. Chabchoub, N. Hoffmann, M. Onorato i N. Akhmediev, *Super Rogue Waves: Observation of a Higher-Order Breather in Water Waves*, Phys. Rev. X **2**(2012)011015.