

# Глобалните навигационни спътникови системи и земетресенията

Петя Петкова

## Какво причинява земетресенията?

Земетресенията възникват там, където има движение на земна маса. Причините могат да бъдат както естествени, така и следствие на човешка дейност. Най-значителната част от земетресенията, които стават на нашата планета, спадат към типа тектонски. Според теорията за тектоника на плочите земната повърхност е разделена на

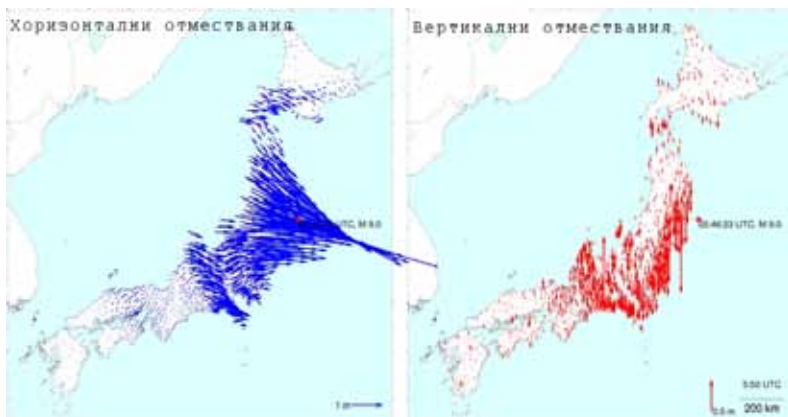
множество плочи с различни размери. Най-големите са Северноамериканската, Южноамериканската, Антарктичката и Африканската. Те се движат една спрямо друга постоянно. Когато по границите едната плоча се подпъхва под другата, се образува т.нар. субдукционна зона. В тази зона става натрупване на голямо напрежение и при достигане на критични нива едната плоча се счупва и възниква земетресение. Типичен пример за тектонски земетресения са тези от Тихоокеанския огнен пръстен, където са регистрирани най-мощните и опустошителни известни ни земетресения. В този огромен район границите на плочите са пог

Малко известен факт е, че земетресенията са част от нашето всекидневие. Те са естественият начин, по който Земята освобождава натрупаното напрежение. Годишно стават над 500 000 земетресения, 100 000 от които могат да бъдат усетени, а само 100 да нанесат щети.

Например само на 20.07.2012 г. са регистрирани 103 земетресения ( $M > 2,0$ ) от Австралия до Аляска.

океана, но в близост до бреговата ивица. При мощни земетресения по тектоничните граници там се образува цунами. Така се случва и след най-продължителното (около 10 минути) досега земетресение – това в Индонезия ( $M 9,1$ ) на 26.12.2004 г. Разломът, възникнал при него, е с дължина над 1500 км – това е повече от сухопътната граница на България. Вълните достигат до

30 метра. Поради преместването на големи водни маси някои острови удвояват площта си, а други изцяло се покриват с вода. Последниците са катастрофални. Жертвите на този катаклизъм са над 200 000. Инфраструктурата в засегнатите региони е напълно унищожена. За съжаление, няколко години по-късно, на 11.03.2011 г., е земетресението в Япония с магнитуд 9,0. Близко до центъра на земетресението са регистрирани хоризонтални отмествания около и по-големи от 1 м и вертикални около 0,5 м. То също причинява мощно цунами. Водата достига над седем метра височина и навлиза до десет километра навътре в



*Хоризонтални и вертикални отмествания, регистрирани по време на земетресението в Япония на 11 март 2011 г.*

сушата. По пътя си взема над 15 000 жертви, разрушава сгради, пътища и причинява ядрена авария. И двете земетресения в Индонезия и Япония са изненада. По фактите, които са известни дотогава, на тези места не би трябвало да се случат събития с подобни мащаби.

Съществуват и вулканични земетресения. Те са предизвиквани от придвижването на магма в земните пластове под вулканите. Възможни са отделни земетресения или серия от голям брой трусове. Обикновено честите трусове са предвестник на изригване на вулкана. Земетресение може да възникне и от други причини – срутване на пещера, падане на метеорит, взривове с научна или промишлена цел.

Мястото, от което започва разпространението на сеизмичните вълни, се нарича фокус на земетресението. Точно над него, на самата повърхност, се намира епицентърът. Когато в един разлом се предизвика земетресение, то генерира сеизмични вълни, които се разпространяват с високи скорости. Различните видове сеизмични вълни се разпространяват с различни скорости в различни среди. Големите земетресения понякога са предшествани от по-слаб трус, който се нарича форшок. След основния трус обикновено настъпва серия от по-слаби земетресения в района. Тяхната честота намалява с течение на времето, докато

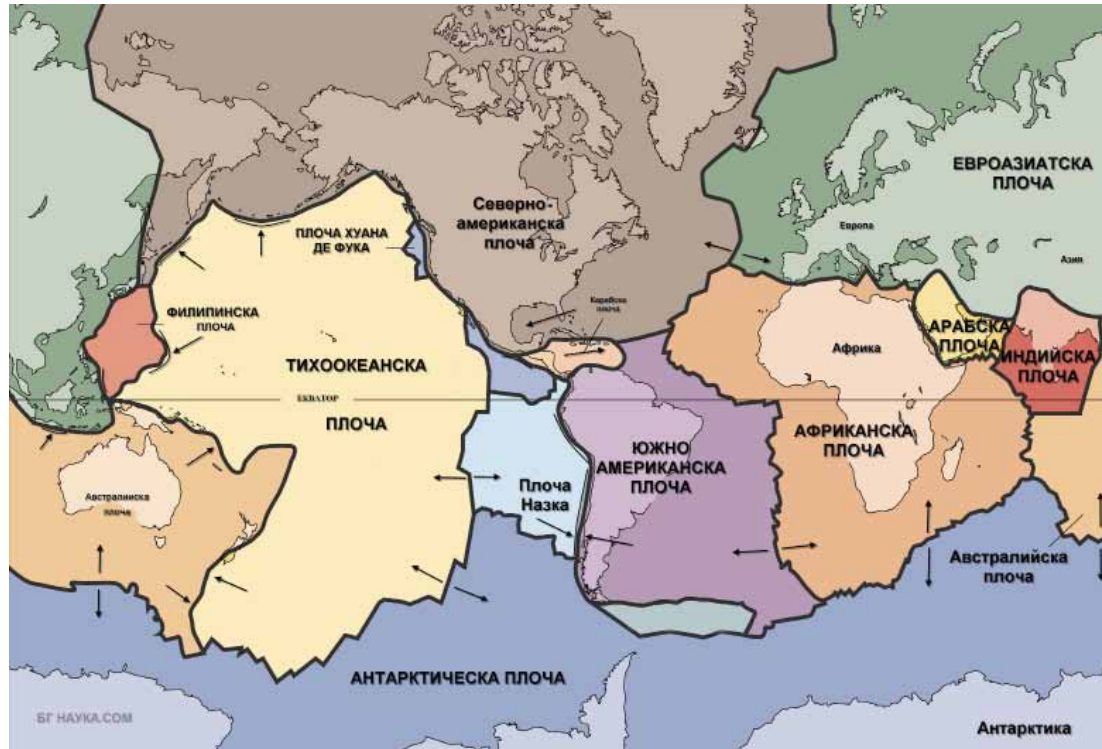
се изчерпи енергията в огнището. Такива трусове се наричат афтершок.

Съществуват няколко различни скали за измерване и сравняване на земетресения. Основно те се различават по това дали показват енергията или последиците от земетресение. По скалата на Рихтер се определя енергията, освободена при възникване на земетресението – магнитуд. Земетресения

пог М 1,0 не могат да бъдат усетени от човек, а най-мощното измерено досега е това в Чили с М 9,5 на 22.05.1960 г. Едно земетресение с магнитуд 8,0 освобождава енергия колкото при взривяване на около шест милиона тона тротил. Скалата на Меркали (MSK 64/81) и по-късно заменената я Европейска макросеизмична скала (EMS) определят силата на земетресенията по ефекта, който оказват върху инфраструк-



**Петя Петкова** е бакалавър, специалност „Астрофизика, метеорология и геофизика“ във Физическия факултет на Софийския университет „Св. Климент Охридски“.



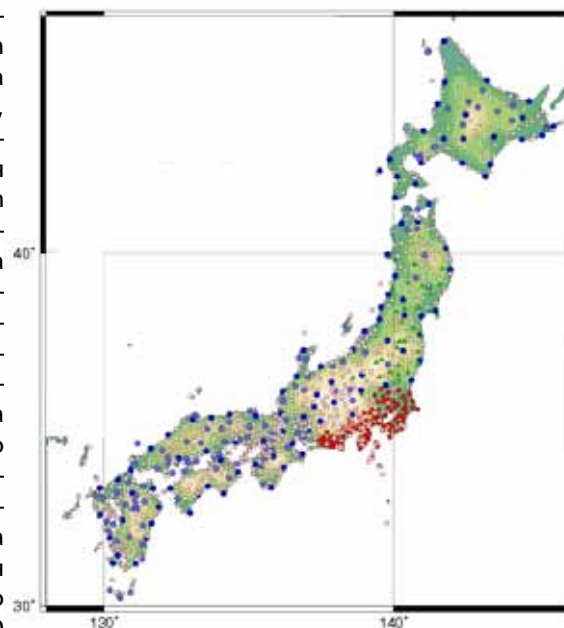
Карта на тектонските плочи

турата и хората.

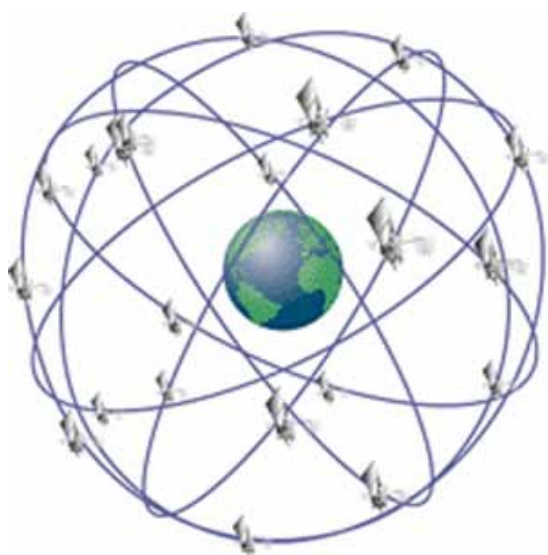
#### Как се регистрират?

Още в древността са изобретявани уреди за отчитане на земетресения. В Китай са използвали огромен кръгъл съд с механизъм в него. При земетресение механизмът се задейства и отпуска топче, чрез което се установява посоката към епицентъра. В по-близкото минало учените са използвали махало. Съвременният начин за регистриране и измерване на земетресения е чрез сеизмични станции, оборудвани с различни по вид сеизмографи. През последните две десетилетия сеизмичните станции се допълват от наземни мрежи от приемници за позициониране, които са компактни и с ниска себестойност. За определяне на точното местоположение всеки приемник регистрира сигнали, изпратени от спътниците на Глобалните навигационни спътникови системи (ГНСС). След обработка на сигналите се получават карти, които показват отместването на земната повърхност и разпространението на сеизмичните вълни. В Япония е разположена първата и най-гъста мрежа за сеизмичен мониторинг в света ГЕОНЕТ. Изграждането ѝ започва през 1993 г. с поставянето на 110 наземни приемника. След земетресенията Хокайдо-Курилски острови (M 8,1) през 1994 и Кобе (M 7,2) през 1995 г. се установява

потенциалът на този вид наблюдения. Към момента мрежата ГЕОНЕТ се състои от 1200 приемника. След земетресението в Япония от данните, събрани от ГЕОНЕТ, са направени визуализации на моментните движения на земната повърхност. При достигане на сеизмичните вълни до



Карта на мрежата от ГНСС приемници (ГЕОНЕТ) на територията на Япония



### Глобална навигационна спътникова система GPS

Глобалните навигационни спътникови системи (ГНСС) се състоят от наземна мрежа от приемници (например ГЕОНЕТ в Япония) и космически сегмент. GPS (Global Positioning System) е една от четирите спътникови радионавигационни системи. Разработена е от САЩ и е най-дълго функциониращата от всички. Тя е съставена от 24 спътника. Те са разположени в 6 орбитални плоскости. Спътниците са на височина 20 200 km, а тяхната орбита е с наклон  $55^\circ$  спрямо земния екватор. Във всяка орбита има по 4 спътника. Всеки от тях извършва една пълна обиколка за около 12 часа. Първият GPS спътник е изведен в орбита през 1978 г., а системата е в пълна конфигурация от юли 1995 г.

#### Космически сегмент на системата GPS

приемниците се отчитат хоризонтални отмествания над 1 м и вертикални над 0,5 м.

#### Определяне на местоположение с GPS

Позиционирането протича по идентичен начин при всички ГНСС. Методът е подобен на триангулация в три измерения – трила-



Карта на сеизмичната опасност на територията на България

терация. Спътниците се използват за референтни точки при определяне на точното положение. Когато знаем разстоянието между точка от земната повърхност и един спътник, можем да кажем, че точката се намира някъде по повърхността на сфера с център спътника и радиус, равен на разстоянието между тях. Когато се добави и втори спътник, възможните позиции на точката са ограничени върху окръжността, получена от сечението на двете сфери. Позицията става съвсем точна при добавяне и на трети спътник. Тогава възможностите се свеждат до две точки, едната от които е истинската. Тя може да се определи чрез добавяне на четвърти спътник или чрез изключване на лъжливата точка поради нейната „лоша“ скорост и положение. Конфигурациите на спътниците в околоземното пространство са такива, че във всеки един момент почти всички точки по земната повърхност са видими от поне четири спътника.

#### **Потенциал за използване на ГНСС за сеизмичен мониторинг в България**

Страната ни е с висока сеизмична активност. От деветте сеизмични зони най-рисковите са: Кресненската, Пловдивската, Софийската, Горнооряховската и Шабленската зона. Годишно на територията на

България се регистрират около 80 земетресения с магнитуд, по-голям от 2,0. Най-силното с магнитуд 7,8 е било в долината на река Струма през 1904 г. Това е и едно от най-силните земетресения, регистрирани в Европа, и по думи на очевидци е имало огромни скални пропадания. Последното силно земетресение беше в района на Перник на 22.05.2012 г. с магнитуд 5,8. Последниците от него са разрушени частично сгради в района. То също се случва в зона, за която няма данни да е имало трусове с такава енергия.

Регистрирането на земетресения в България се извършва в 14 сеизмологични станции. На територията на страната ни има изградени и три мрежи, оборудвани с над 110 ГНСС приемника, които биха могли да се използват за оперативен сеизмичен мониторинг. Данните, събрани от тях, ще са много полезни за получаване на повече и по-точна информация за движенията на земните маси на Балканския полуостров. По-широкото използване на все по-точни методи за регистриране на движенията в земната повърхност увеличава възможността ни за допълване на знанията за планетата и процесите в нея. Компактността на приемниците от референтните мрежи позволява да бъдат използвани на недостъпни иначе места за точен и всекидневен локален мониторинг. ■