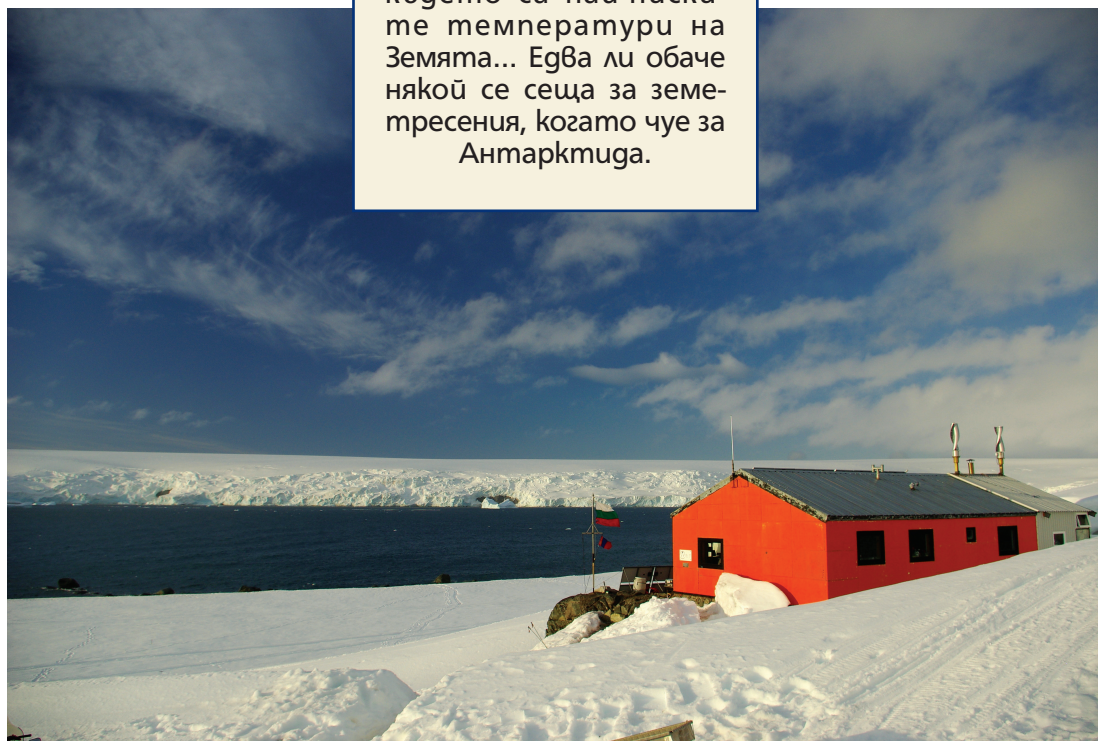


Земетресения сред вечните ледове

Гергана Георгиева

Антарктида, голямата ледена пустиня. Мястото, където са вечните ледове, айсбергите, пингвините... Мястото, където са най-ниските температури на Земята... Едва ли обаче някой се сеща за земетресения, когато чуе за Антарктида.



Българска полярна база „Св. Климент Охридски“, о-в Ливингстън

Има ли изобщо земетресения на обратната страна на Земята, където всичко е замръзнало и сякаш нищо не се движи? Много дълго

време се е смятало, че в тази част от планетата не се случват земетресения. Инсталирането на сеизмични станции показало, че ис-

тината е съвсем различна. Днес вече никой не смята, че Антарктида е асейсмична област.

Сеизмичните събития обаче не се ограничават само със земетресенията. Освен тях се регистрират и много други колебания с природен или антропогенен произход. За разлика от останалата част от Земята, в района на Антарктида почти липсва човешка дейност. Затова и повечето регистрирани сеизмични събития имат природен характер – земетресения, вулканична активност, ледотресения (ледени шокове и ледени вибрации), срутване на лед и др.

Земетресенията около континента се групират в две зони – Море на Скот (Scotia Sea), намиращо се в северна посока от Антарктическият полуостров, и Източно-Австралийски антарктически хребет (East Australian Antarctic Ridge).

Тектонските събития на континента се локализиращат в областта на Трансантарктическите планини (Transantarctic Mountains). Случват се и изолирани събития във вътрешността на континента.

В региона съществуват три активни вулканични центъра – остров Десепшън, планините Еребус (Erebus), 3974 м, и Мелбърн, 2732 м.

Сеизмичните събития, свързани с ледници, се наричат „ледени трусове“ за по-силните и „ледени шокове“ за по-слабите, но нека тук да ги наречем просто „ледотресения“ по аналогия със земетресенията. Най-често те се дължат на придвижването на ледниците и движения на ледените слоеве в полярните области, причинени от земните приливи и отливи, промени в климатичните условия и други.

Сеизмичност в района на о-в Ливингстън

Остров Ливингстън се намира в близост до сеизмичната зона около Морето на Скот. Той е вторият по големина остров в Южношотландския архипелаг. Разположен е между Южношотландския жлеб от север и рифтовата структура на протока Брансфилд (Bransfield Strait) от юг.

Районът на Южношотландските острови е с уникална геоложка история. Преди около

220 милиона години трите континента Антарктида, Южна Америка и Африка започнали да се раздалечават. Тогава тази част на Земята е била рифтова зона, или зона, където се е образувала нова земна кора. Сега този район се е превърнал в зона на субдукция, или зона, където земната кора се унищожава. Т.е. една част от земната кора се подпъхва под друга и по контактната повърхност възникват земетресения.

Земетресенията в северната част на Антарктическият полуостров и остров Ливингстън са свързани със зоната на субдукция в областта на протока Брансфилд. В близост се намира и активният вулкан на о. Десепшън. Ето защо остров Ливингстън е идеална лаборатория за изследване на природни сеизмични явления като: вулканична дейност, тектонска сеизмичност и сеизмичност, свързана с движението на лед. Изключително ценно е, че изследванията се извършват в среда без наличие на антропогенен шум.

Българска полярна база „Св. Климент Охридски“

Българската полярна база „Св. Климент Охридски“ се намира на о-в Ливингстън. Тя е разположена на полуостров Хърд в залива Емона. Базата е основана през 1988 г., а от 1993 г. с указ на президента Желю Желев ѝ е дадено името на св. Климент Охридски. Близко до базата се намира ледник Перуника. В района се извършват национални и международни изследвания в областта на геологията, биологията, глациологията, метеорологията, медицината, топографията и географията.

В рамките на договор ДФНИ И02/11/2014 „Създаване на информационна база за изследване на сеизмичността и структурата на о. Ливингстън и околностите чрез провеждане на комплексни проучвания в района на Българската антарктическа база“, финансиран от ФНИ на МОН, на 19.12.2015 в близост до Българската антарктическа база „Св. Климент Охридски“ беше инсталирана първата българска ширококолентова сеизмична станция на



Инсталиране и стартиране на сеизмичната станция

Антарктида. Основната цел на проекта е да се проведат комплексни изследвания, използвайки данните, регистрирани от широколентова сеизмична апаратура и два GNSS приемника. Резултатите от тези изследвания ще послужат за създаване на информационна база за изследване на сеизмичността в района на о-в Ливингстън, идентифициране на източниците на сеизмични събития в района на българската база, изследване строежа на Земята и в частност земната кора. Информацията ще помогне за цялостното изучаване на един район от Земята с изключително сложен строеж и интересно геоложко развитие. От друга страна, липсата на антропогенен шум е чудесна предпоставка за изучаването на вълновите форми на сигналите, породени от различни природни източници, каквито са например вятърът или свлачищата. Регистрираните ледотресения от ледник Перуника ще ни дадат информация за характера на движението на самия ледник. Определянето на местата от ледника, които генерират ледотресения, ще помогне за локализирането/идентифицирането/определянето на тези части от ледника, които се движат най-бързо. Тази информация ще

допълни резултатите, получени от измерванията с GNSS апаратурата.

Земетресения в ледниците

Ледотресенията са открити като нов вид земетресения едва през 2003 г. при изследване на ледниците на Гренландия. Първоначално се е смятало, че се срещат само при континенталните ледници, които се движат с голяма скорост – около няколко километра за година. Такива земетресения обаче са регистрирани и при Антарктическите ледници, които за разлика от континенталните се придвижват много бавно (само няколко см за година). Някои от тези земетресения може да имат сравнително висок магнитуд. В научната литература се съобщава за събития, чийто магнитуд достига 5. Появата им има сезонен характер. Те се наблюдават основно когато температурата на повърхността на леда е сравнително висока.

Интересен е механизмът, по който се случват ледотресенията. Той все още не е напълно изучен, но едно от предположенията е следното:

При повишаване на температурите част от ледника започва да се топи. Водата навлиза през пукнатините във въ-



Според опитните полярници друг път не е имало толкова много айсберги в залива. Този айсберг беше най-големият от всички

трептеността на леда. Там се е натрупало напрежение от движението на ледника. По аналогичен начин напрежение се натрупва и по разломите в земната кора. Когато натрупаното напрежение стане много голямо, то се освобождава и става земетресение. В ледниците навлязлата в дълбочина вода подпомага освобождаването на натрупаното напрежение. Така при топенето на ледника се получават повече ледотресения, което обяснява сезонния им характер.

Причината за ледотресенията не е само в топенето на леда. Силни земетресения, които се случват близо до Антарктида, също могат да предизвикат ледникови трусове. В този случай появата им се свързва с преминаването на определени сеизмични вълни през ледника. Най-често това са повърхностните вълни, които имат много по-големи амплитуди от обемните вълни.

Какво още можем да научим от сеизмичните данни на Антарктида?

Записите на земетресения, които наричаме сеизмограми, носят информация за строежа на земните пластове, през които преминават сеизмичните вълни. Така всяко едно земетресение ни помага да разберем все по-добре строежа на Земята като цяло или на отделни нейни части. Анализирайки сеизмограмите, учените получават също така и информация за процесите, които се случват под краката ни.

Сеизмичните вълни се пречупват и отразяват при преминаването през слоеве с различна плътност. Ефектът е аналогичен на отражението на слънчевите лъчи от огледало или пречупването им през лещи. В Земята съществуват множество слоеве, които оказват влияние на разпространението на сеизмичните вълни. Допълнително влияние оказват и различни структури, каквито са корените на вул-



Гергана Георгиева е главен асистент в катедра „Метеорология и геофизика“ на Физическия факултет на СУ „Св. Климент Охридски“. Завършва докторантура по сеизмология в НИГГ на БАН през 2015 г. Научни интереси: сеизмология, вътрешен строеж на Земята, индуцирани земетресения.

каните или части от земната кора, които потъват в дълбочина в зоните на субдукция. Всяка една от сеизмичните вълни пренася информация за средата, през която е минала от огнището на земетресението до сеизмичната станция. Регистрираните в станцията вълни представляват сеизмограма. Използвайки различни техники, както и различни групи регистрирани вълни, можем да извлечем информацията за изминатия от вълната път и оттук да определим строежа на тази част от Земята.

От сеизмограмите учените получават и необходимата информация за механизма на земетресенията и така могат да изяснят движението на земната кора в района.

Инсталиране на сеизмичната станция – не е лесно да се работи при екстремни метеорологични условия.

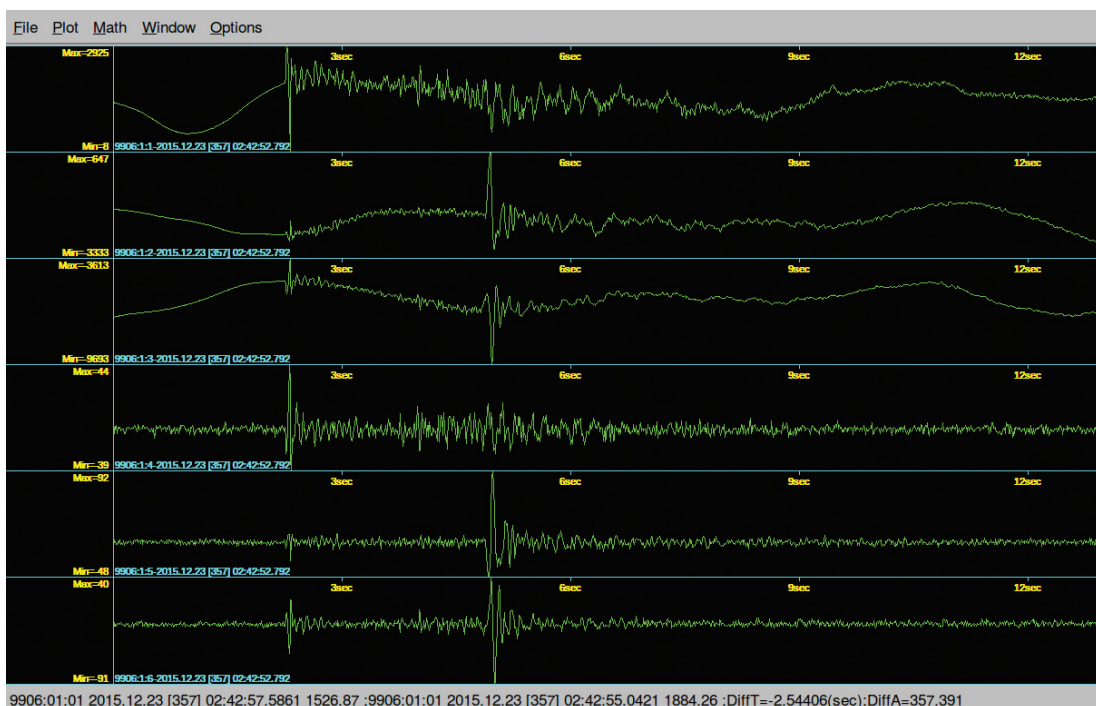
Пропътувахме повече от 16 000 км от София до о-в Ливингстън, преминахме с

кораб през най-бурните води на планетата – протока Дрейк, за да направим тази историческа крачка в развитието на българските сеизмични наблюдения. Всъщност на острова е работела сеизмична станция през 2000 – 2001, с непостоянен режим на работа и късопериоден сеизмометър, с който могат да се регистрират единствено локални събития. Затова ние занесохме широколентов прибор, с който да можем да регистрираме голям спектър от сеизмични събития – от сеизмични събития, които се случват около станцията, до далечни земетресения. Занесохме и втори сеизмометър в случай, че първият се повреди по време на дългото пътуване.

Избрахме мястото за сеизмичната станция на около 1 км от базата в дъното на Южния залив. Мястото е съвсем близо до ледник Перуника. По този начин изключихме регистрацията на шума, породен от живота в базата – генератори, шейни, хора, които се придвижват по снега, и други човешки дейности. Близостта с ледника, от друга страна, дава възможност за регистрацията на по-голям брой и по-слаби ледотресения, както и срутвания на лед в морето.

Преди да сложим цялата апаратура на избраното място, трябваше да я тестваме, за да определим дали работи добре след транспортирането до острова. Оставихме я да работи на пода в лабораторията на базата. Въпреки многото шумове от отоплението и движението на хората в къщата успяхме да регистрираме срутване на лед в морето от един огромен айсберг, който беше навлязъл в залива.

Инсталацията на апаратурата на терен продължи по-дълго, отколкото бяхме планирали, а студеното и влажно време я прави и доста екстремна. Заради близостта с Южния полюс трябваше да отчетем магнитната деклинация и да ориентираме сеизмометрите спрямо географския север. За тази цел извадихме 12° от показанието на компаса, т.е. направихме корекция за магнитната деклинация, която има тази



Локално земетресение, регистрирано от сеизмичната станция на о-в Ливингстън

стойност за геомагнитна епоха 2015. Поставихме термална и хидроизолация на сеизмометрите, а останалата апаратура и акумулаторите поставихме в специална изолационна кутия.

Съществена част от инсталацията на сеизмичната станция беше укрепването с въжета и фиксирането с камъни на всички елементи от апаратурата. Причината е силният, духащ на пориви вятър, чиято скорост надхвърля 20 м/с. Вятърът може да повреди апаратурата (в случай, че не е стабилно укрепена) и да създаде вибрации, влошаващи качеството на записаните данни.

Само за 5 дни успяхме да регистрираме около 300 сеизмични събития. Сред тях има локални и далечни земетресения, ледотресения, срутвания на лед. Успяхме да регистрираме дори поривите на вятъра. Следващата стъпка от обработката на записаните

данни е локализирането на регистрираните земетресения и групирането им по вид, както и подробното анализиране на сеизмограмите и извличането на допълнителна информация от тях.

Сеизмичната станция ще работи на о-в Ливингстън до края на 24-тата полярна кампания и ще бъде върната в България в началото на месец март, за да бъде подготвена за следващата полярна кампания.

Изказваме благодарности на командира на базата Йордан Йорданов и на Станимир Модев за пряката помощ при инсталирането на сеизмичната станция, на Божил Василев за чудесните снимки от инсталацията. Благодарим и на останалите участници в XXIV антарктическа експедиция за оказаната помощ и разбира се, специални благодарности на проф. Христо Пимпирев за възможността да осъществим този проект. ■