

## ВИВЧЕННЯ МОДЕЛЕЙ ПРУЖНО-ДИНАМІЧНИХ ЕФЕКТІВ ЗЕМНОЇ КОРИ В РАЙОНІ СКЛАДНОПОБУДОВАНИХ ОБ'ЄКТІВ

Стародуб Ю.П.

Львівський Державний університет безпеки життєдіяльності

Земна кора, особливо її верхня частина є основою для побудови різного роду об'єктів, пов'язаних з діяльністю людини, що часто призводить до виникнення небезпечних техногенних явищ.

Коливання в земній корі призводять до різних ефектів, які мають бути пояснені в кожному випадку для уникнення панічних станів серед населення, гірше – у випадку можливих руйнацій, пов'язаних з верхньою частиною земної кори.

Вивченням ефектів у верхній частині земної кори займаються дослідники різних спеціальностей. Тут особливо важливими є експериментальні і теоретичні роботи, які проводяться Інститутом геофізики ім.С.І.Субботіна Національної академії наук України (ІГФ НАНУ), зокрема, Карпатським відділенням ІГФ НАНУ, на основі чого розробляються різні моделі поведінки і стану земної кори, стає можливим проводити модельні дослідження. Останні підходять до усього більш ефективними в зв'язку з стрімким розвитком цифрової (комп'ютерної) техніки. У зв'язку з високою ціною надпотужних комп'ютерів, часто об'єднують кластери, розвинуто оптимують методи, що базуються на персональних ЕОМ, на яких, враховуючи результати теоретичних розробок, зручно проводити модельні досліди, приймаючи до уваги результати експериментальних робіт та використати присутні в мережі INTERNET прикладні програмні пакети, які враховують творчий вклад сотень дослідників.

Дуже важливим, піонерським у цьому розумінні був вклад у сейсмологію батька та сина Вербицьких Тараса Зіновійовича і Юрія Тарасовича. Дослідження продовжуються в відділі сейсмічності Карпатського регіону ІГФ НАНУ під керівництвом Сергія Тарасовича Вербицького.

Тут проводяться інструментальні дослідження, на основі підходів Юрія Тарасовича Вербицького до обробки інформації, розробки інтерфейсів до сучасної цифрової техніки для традиційних, присутніх на станціях засобів вимірювань отримуються нові дані вивчення земної кори Карпатського регіону.

Фундаментальні теоретичні сейсмологічні результати були ще при житті закладені в регіоні Тарасом Зіновійовичем Вербицьким. Зокрема, тут необхідно згадати праці Т.З.Вербицького в області сейсморозвідки, нелінійної сейсміки, керівництво розвитком наукової сейсмологічної школи.

Описаний вище стан розвитку сейсмології в регіоні є підставою для сучасних модельних сейсмічних досліджень, фундаментом яких є традиційні і нові отримані експериментальні дані, теоретичні дослідження, існуючі в практиці комп'ютерні пакети і власні прикладні програмні розробки ІГФ НАНУ, які в даний час проводяться також на кафедрі цивільного захисту та комп'ютерного моделювання екогеофізичних процесів у Львівському державному університеті безпеки життєдіяльності.

В загальному розумінні суть модельних розрахунків полягає в розв'язках диференціального рівняння для вивчення моделей пружно-динамічних ефектів земної кори в районі складноповбудованих об'єктів із задоволенням відповідних граничних і початкових умов, задоволенням принципу випромінювання і наступної інтерактивної обробки результатів у вигляді [1]

$$M\ddot{U} + C\dot{U} + KU = F,$$

де  $F$  – вектор - стовпець прикладених зовнішніх сил,

$K$  – матриця жорсткості тіла,

$C$  – матриця загасання коливань,

$M$  – матриця мас.

Матриці  $K$ ,  $C$ ,  $M$  враховують довільну будову пружно-деформованого середовища за рахунок умовного розбиття на елементи складно побудованих тіл, які в ансамблі (в наближенні) коливаються як одне ціле.

На основі запропонованого використання підходу методу скінчених елементів з використанням математичних методів можливе розв'язання оберненої задачі – визначення елементів будови і фізичних властивостей самих елементів, враховуючи доцільність і можливість модельних досліджень у кожному конкретному випадку досліджуваних об'єктів.

### Література

1. Zienkiewicz O.C., Taylor R.L. (2005). *The Finite Element Method for Solid and Structural Mechanics*. Elsevier, 648.