

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА
на дисертаційну роботу
Семенової Юлії Володимирівни
на тему
**МЕТОДИКА ВСТАНОВЛЕННЯ РЕЗОНАНСНИХ
ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТОВИХ КОМПЛЕКСІВ ПРИ
СЕЙСМІЧНОМУ МІКРОРАЙОНУВАННІ,**
яка представлена на здобуття наукового ступеня
кандидата фізико-математичних наук
за спеціальністю 04.00.22 – геофізика

Перш за все, слід зазначити, що в дисертації запропонована методика. Методика як ряд процедур (часом пов'язаних з розвитком теорії, а часом з розвитком бази експериментальних даних), які слід виконати для встановлення резонансних властивостей ґрунтових комплексів. Більш конкретно, запропонована методика пов'язана: 1. З розвитком теоретичних і практичних підходів до розрахунку сейсмічних коливань в моделях ґрунтових комплексів (максимально наближених до реальних); 2. З підбором оптимальних програмних засобів для нелінійного розрахунку коливань в реологічних середовищах; 3. З формуванням бази експериментальних даних про нелінійні характеристики ґрунтів, яка у подальшому використовується для встановлення резонансних властивостей ґрунтових комплексів будівельних майданчиків.

Розглядаються ґрунтові комплекси, складені з багатьох горизонтальних шарів з певною структурою і різними реологічними властивостями, які піддаються сейсмічним впливам різної інтенсивності, що суттєво ускладнює науковий аналіз.

Оскільки такі методики не могли не існувати раніше, то слід розуміти, що в дисертації йдеться про вдосконалення методики, яка згідно з існуючими нормами і правилами використовується в Україні.

Також треба брати до уваги той факт, що реологічні властивості ґрунтових комплексів не є універсальними. В Україні вони мають свою специфіку і повинні класифікуватися саме на основі даних про гірські породи в земній товщі України. Так що цей аспект роботи є локальним у відношенні до світової науки і розвивати його приходиться лише своїми силами, що і демонструє авторка дисертаційної роботи.

Формальні дані про дисертацію, автореферат і публікації дисертанта відповідають прийнятим нормам.

Зміст дисертації узгоджується з її назвою. Дисертація має обсяг 147 сторінок і структурована таким чином: вступ, п'ять розділів, висновки, список літературних джерел.

Зміст автореферату узгоджується зі змістом дисертації і в достатній мірі відображає всі необхідні характеристики дисертації (аналіз стану проблеми, опис прийнятих в області сейсмічного районування підходів і методик, послідовний і докладний виклад розвинутої методики з прикладами практичного застосування для споруд, проєктованих в сейсмічних зонах України, концентрований виклад отриманих результатів).

Наукові результати, які викладені в дисертації, опубліковані в 22 наукових працях: 12 статей у виданнях з переліку ДАК та 10 тез наукових конференцій. Кількість і обсяг наукових публікацій і їхня якість відповідають критеріям, прийнятим при захисті дисертацій з фізико-математичних наук.

Актуальність наукового напрямку, що вивчає резонансні властивості ґрунтових комплексів, має два аспекти – чисто науковий та чисто практичний. Перший полягає у тому, що ґрунти являють собою настільки складні реологічні утворення, що прийняті на даний час наукові моделі не охоплюють всі особливості деформування. Тому актуальними є всі кроки у бік більшої адекватності моделей реальним ґрунтовим утворенням. Оскільки в запропонованій методиці такі кроки є, то ця умова актуальності присутня.

Умова актуальності як необхідність вдосконалювати прийняті зараз методики в практичних розрахунках з метою максимально обґрунтованого прогнозування сейсмічних коливань на будівельних майданчиках для забезпечення сейсмостійкості споруд, теж присутня в дисертації. Річ у тім, що методика вже працює в реальному режимі, що підтверджується даними про об'єкти, де вона застосовувалась. Цим результатам присвячено розділ 5 дисертаційної роботи.

Запропонована в дисертації методика розвивалася протягом років і певні частини методики встановлювалися починаючи з 2006 року до цього часу в рамках досліджень за сімома науковими темами Інституту геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України, який вважається провідною науковою організацією України в галузі сейсмологічних досліджень. Участь дисертантки у такій великій кількості тем фактично свідчить про універсальність розвинутої методики та її науково-практичну актуальність.

У конкретному науковому напрямку взаємодії сейсмічних хвиль і ґрунтів з конкретними реологічними властивостями за попередні сто років досягнуто ряд результатів, достатньо обґрунтованих науково. Всі вони складають фундамент для створення методик прогнозування рівня сейсмічної небезпеки щодо споруд. Оскільки запропонована в дисертації методика використовує багатокрокові процедури і на певних кроках розвиває прийняті моделі (наприклад, моделі реологічної поведінки ґрунтів чи способи врахування характеристик сейсмічних хвиль - за допомогою амплітудно-частотних характеристик чи іншими способами), то вона повністю відповідає сучасному рівню наукового опису фільтруючих властивостей ґрунтової товщі, необхідних для проєктування сейсмостійких споруд або визначення

сейсмостійкості уже існуючих.

Дана методика дозволяє підвищити точність і обґрунтованість параметрів, які характеризують резонансні властивості ґрунтової товщі, що, в свою чергу, знижує вартість заходів із забезпечення сейсмостійкості проєктованих споруд, одночасно не знижуючи їх сейсмостійкість.

Науково-практичні результати, що складають зміст дисертації, можна сформулювати у вигляді шести позицій.

1. Удосконалено методику визначення резонансних властивостей ґрунтової товщі під будівельними майданчиками (спорудами), що враховує нелінійну реологічну поведінку ґрунтів при інтенсивних сейсмічних впливах. В основу методики покладено аналітично-емпіричний підхід до розрахунку частотних характеристик ґрунтів.
2. Як одну з основних характеристик моделі ґрунтової товщі вибрано залежності модуля зсуву і коефіцієнта поглинання від деформації зсуву для різних типів ґрунтів. Основна увага зосереджена на ґрунти, характерні для майданчиків, розташованих на території України. Для вибраних залежностей автором опрацьований великий масив інформації і запропонована база даних, яка надалі може бути використана при аналізі нових майданчиків.
3. Розроблено і застосовано на практиці вперше в Україні алгоритм побудови розрахункових сейсмогеологічних моделей ґрунтів, коли деформаційні характеристики ґрунту можна підібрати із сформованої автором бази даних.
4. Проведено спеціальне дослідження коректності прямої задачі про побудову АЧХ. А саме, встановлено граничні значення епістемічних і випадкових похибок у параметрах розрахункових моделей ґрунтів, при яких забезпечується отримання стійких розв'язків задачі побудови АЧХ методом еквівалентного лінійного моделювання.
5. Встановлено для типових видів компонентів ґрунтової товщі сейсмонезбезпечних регіонів України границі застосовності програмних продуктів прийнятих в стандартних світових методиках проведення лінійних, еквівалентно-лінійних і нелінійних розрахунків сейсмічних коливань.
6. Впроваджено вперше в Україні амплітудно-частотні характеристики ґрунтових товщ при сейсмічному мікрорайонуванні реальних будівельних майданчиків. Ці характеристики побудовані з використанням запропонованої авторкою дисертації методики, яка враховує нелінійну поведінку ґрунтів при інтенсивних сейсмічних впливах.

Всі вказані вище результати є новими і складають разом картину незаперечної наукової новизни результатів дисертаційної роботи. Авторці дисертації вдалося поєднати знання про поширення гармонічних хвиль в реологі-

чних середовищах і знання про механічні властивості гірських порід, а також вміння працювати з сучасними комп'ютерними програмами. В результаті дисертантка зуміла адаптувати кращі світові досягнення до українських умов. Притому до такого рівня, що запропонована методика неодмінно спричинить зміну державних нормативних документів.

Достовірність всіх компонентів методики підтверджується різними прийнятими в науковому світі способами. Перш за все, загальна достовірність методики підтверджується тим, що методика дає цілком прийнятні результати на всіх об'єктах України, при аналізі яких вона застосовувалась (їх число складає пару десятків). Достовірність амплітудно-частотних характеристик залежить від рівня точності апаратури, на якій вимірювалися фізичні параметри різних літологічних складових ґрунтів, які перебувають на різних глибинах, при різних тисках, температурах, мають різну густину, тріщинуватість, обводненість і т.д.

Достовірність аналізу властивостей ґрунтів відповідає достовірності вимірювань реологічних властивостей ґрунтів і достовірності лінійних і нелінійних реологічних моделей деформування ґрунтів. Тому як покомпонентно, так і цілому методику слід вважати відповідною існуючому рівню достовірності теорій і апаратури.

Можливо це зауваження, а можливо і ні, але як людина, що працює в області лінійної і нелінійної механіки, я дещо здивований тим, що в цій області важливим вважається гармонічний резонанс (коли відношення власної та зовнішньої частот є 1:1) і не вивчається параметричний резонанс (коли відношення власної та зовнішньої частот є 1:2 чи 1:3).

Інший приклад можливого розвитку методики полягає у тому, що залежності модуля зсуву від деформації зсуву записуються у всіх методиках для області зміни деформації зсуву, яка поширюється не лише на малі рівні деформації, але і на такі, коли деформації можна вважати помірними і коли вони не можуть описуватися лінійними моделями і навіть поняття модуля зсуву є дещо іншим. Річ у том, що описана в главі 3 нелінійна залежність модуля зсуву від кута зсуву спостережена експериментально і описана ще в 1909-1912 роках Пойнтінгом і зараз цей ефект має назву ефекту Пойнтінга. Лише в 1950-х роках Рівлін запропонував нелінійну модель деформування матеріалу, яка описала аналітично ефект Пойнтінга. Зараз цю модель називають моделлю Муні-Рівліна. Отже, в геофізиці є великий простір для узагальнення прийнятих моделей.

Слід зазначити, що аналіз (аналітичний чи числовий) стійкості розв'язків прямої задачі в задачах геофізики є доцільним і дисертантка зробила окреме дослідження такої задачі в рамках лінійно-еквівалентної моделі. Можливо, досвід аналізу в рамках цієї моделі буде корисним і у випадках більш складних моделей.

Задача про поширення зсувної гармонічної хвилі через шарувате реологічне середовище, як можна зрозуміти при ознайомленні з програмами для лінійно-еквівалентної та нелінійної моделей, розв'язується при певних

спрощуючих припущеннях. Однак, якщо врахувати результати аналізу цієї задачі ще академіком Саваренським, то можна спробувати врахувати більш повно реологічні характеристики шарів.

Дисертаційна робота Семенової Ю.В. є завершеною працею у тому розумінні, що представлена в дисертації методика є завершеною. Вона пропонує повний цикл розрахунків частотних характеристик ґрунтової товщі під конкретною спорудою при дії на ґрунт сейсмічного навантаження. За умови знання інформації про власні частотні характеристики споруди, запропонована методика уможливує прогноз щодо граничних значень амплітуд і частот, при яких споруда буде стійкою при дії сейсмічних та інших впливів.

Дисертаційна робота Семенової Ю.В. повністю відповідає встановленим вимогам Державної атестаційної комісії Міністерства науки і освіти України і заслуговує позитивної оцінки.

Семенова Ю.В. заслуговує на присудження їй наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 04.00.22 – геофізика.

Офіційний опонент
завідувач відділу реології
Інституту механіки НАН України ім. С.П. Тимошенка
доктор фізико-математичних наук професор
Рущицький Я.Я.



ВЛАСНОРУЧНИЙ ПІДПИС РУЩИЦЬКОГО Я.Я. ЗАСВІДЧУЮ

Вчений секретар Інституту механіки НАН України ім. С.П. Тимошенка
доктор фізико-математичних наук

Жук О.П. Тимошенка

