

Вінницький національний технічний університет  
Кафедра БМГА

# **РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ФУНДАМЕНТІВ** **ПРИ СЕЙСМІЧНИХ ВПЛИВАХ**

Розробив: ст. гр. Б-17мі Острожинський С.В.  
Науковий керівник: к.т.н. Попович М.М.

## ВСТУП

Серед стихійних лих, з огляду на їхні негативні наслідки, землетруси посідають особливе місце. Аналіз результатів обстежень наслідків землетрусів, а також численні дослідження показують, що будівлі та споруди здатні сприймати сейсмічні навантаження, що значно перевершують по величині розрахункові. Сучасні проектувальники і будівельники з успіхом вирішують сейсмосахист об'єктів будівництва.

### **Актуальність теми.**

У нашій країні порівняно великий досвід проектування і зведення будівель з врахуванням сейсмічних навантажень, де використовуються методи конструктивної безпеки та сейсмоізоляції. Одне з важливих питань при проектуванні таких будівель – ефективна конструкція фундаменту, оскільки наявні значні навантаження на основу. З приводу останньої слід вказати на обмеженість підходів в нових будівельних нормах, в яких жорстко зазначено, що сейсмоізоляція повинна встановлюватися вище фундаменту. Це невиправдане обмеження, що не відповідає найдавнішим спорудам, що дійшли до наших днів. Тому тема даної роботи є актуальною задачею.

### **Мета і основні задачі дослідження.**

Метою цієї роботи є дослідження взаємодії фундаментів будівлі при сейсмічних впливах та пропозиції щодо вдосконалення конструкції.

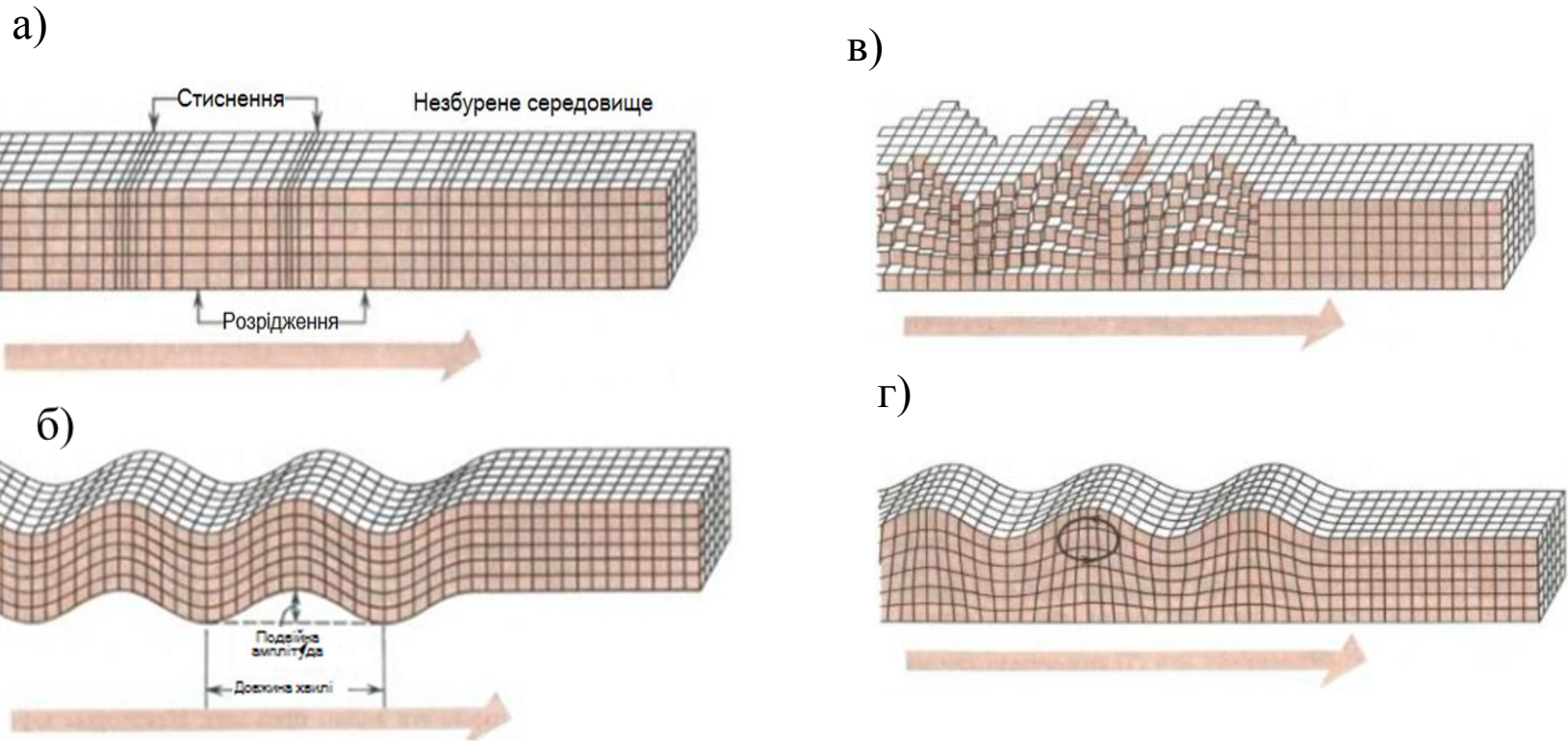
Задачі дослідження:

- оцінити основні фактори сейсмічних впливів на будівлі;
- обґрунтувати доцільність застосування нових конструкцій сейсмостійких фундаментів;
- шляхом лабораторного дослідження проаналізувати напружено-деформований стан системи «будівля – фундамент – основа» при різних типах фундаментів.

**Об'єктом дослідження** є фундаменти будівлі.

**Предметом дослідження** є дослідження напружено-деформованого стану системи «основа-фундамент-будівля» при дії сейсмічних навантажень.

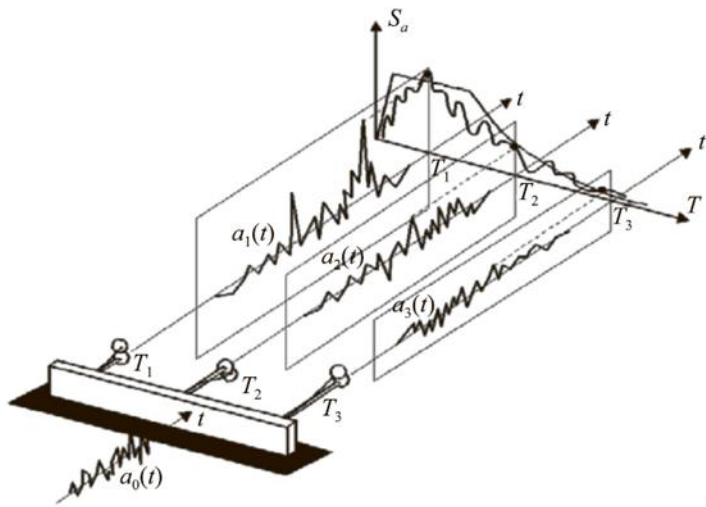
## Аналіз стану питання за результатами огляду літературних джерел



Типи сейсмічних хвиль – а) Поздовжні Р-хвилі, або первинні; б) **Поперечна SV-хвиля**; в) **Поверхнева хвиля Лява**; г) Поверхнева хвиля Релея

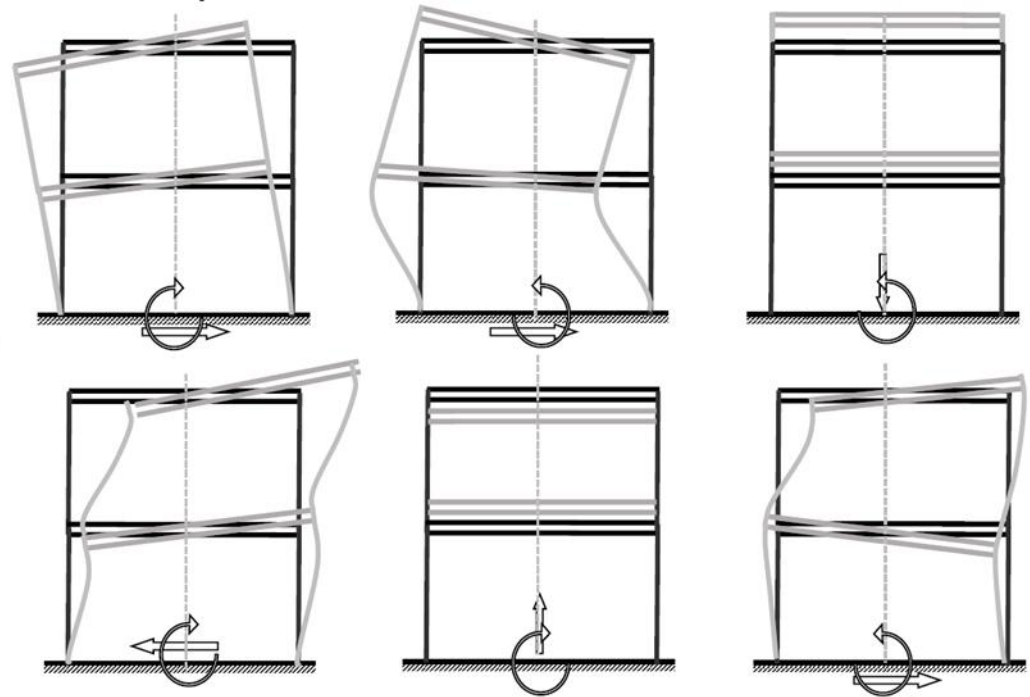
**Найбільш небезпечними** для будівель і споруд вважаються **S і L-хвилі**, так як при їх дії відбувається і поступальний, і ротаційний рух ґрунту.

# Форми коливань і небезпечні напрямки сейсмічних впливів



а)

Схема сейсмічних коливань ґрунту і спектр реакції

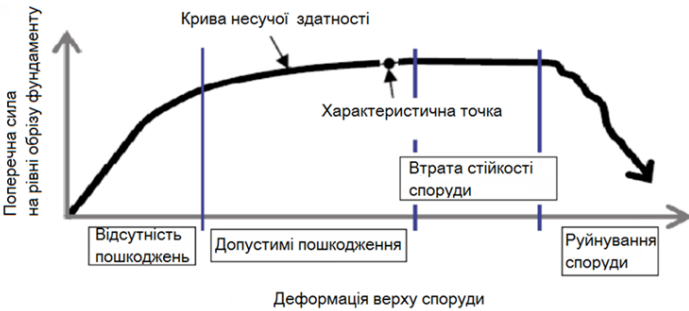
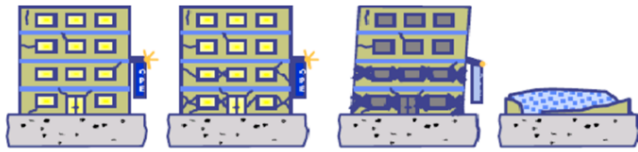


б)

Небезпечні напрямки сейсмічних впливів показані білими стрілками

# Шкали інтенсивності землетрусів

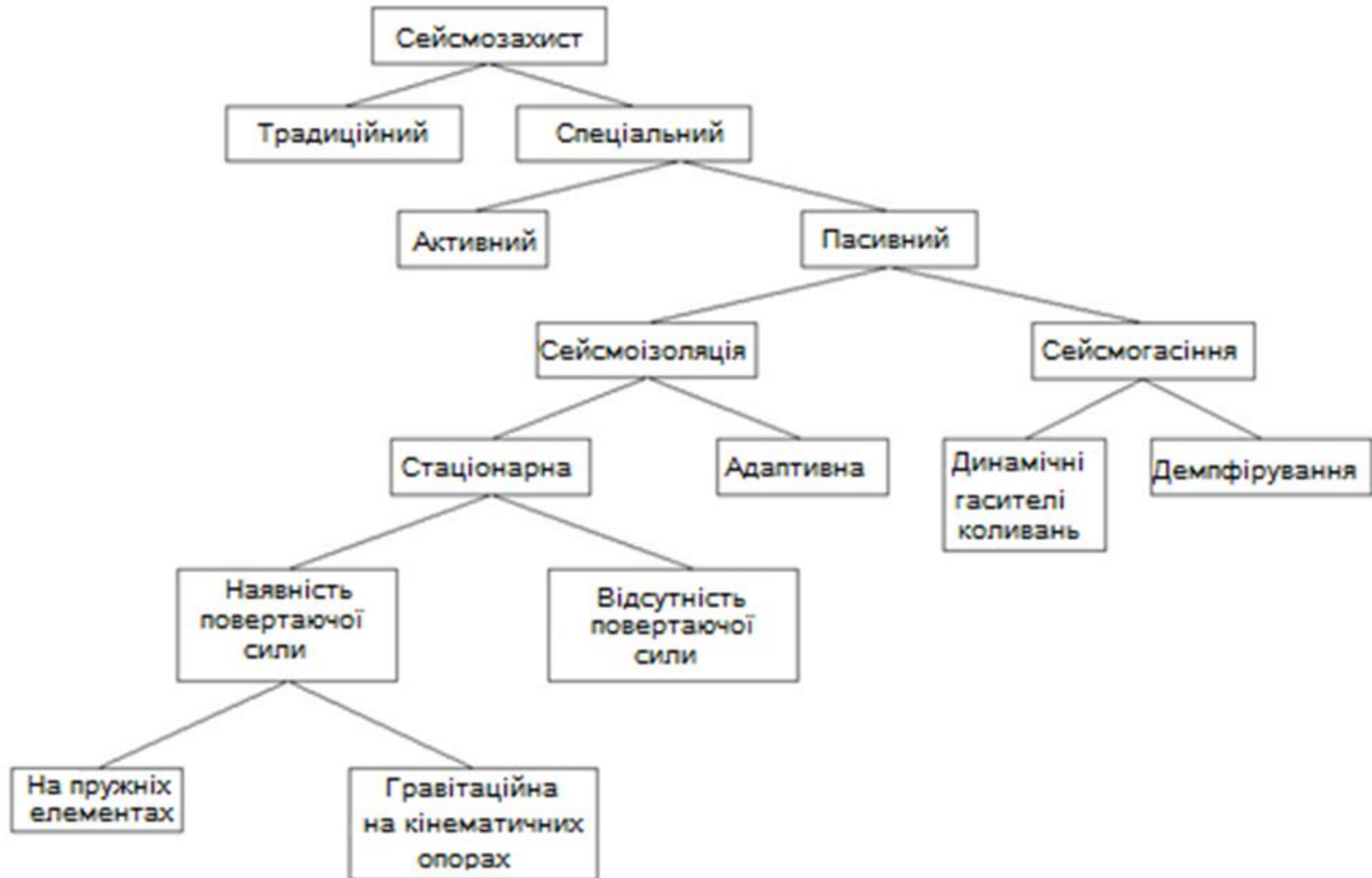
Позначення	Рік	Назва	Опис
RF	1883	Шкала інтенсивності Россі-Фореля	Найстаріша шкала, що складається з 10 балів
MM	1956	Шкала інтенсивності Меркалі	Модифікована шкала Меркалі, діє, перш за все, в США
MS		Шкала інтенсивності Меркалі-Зіберга	Діє в Німеччині
MSK	1964	Шкала інтенсивності Медведєва-Шпонхойера (Sponheuer) -Карніка (МСК)	Діє в Європі
EMS	1998	Європейська макросейсмічна Шкала	Сама остання версія діє в Європі



Прив'язка кривої несучої спроможності споруди до ступеня пошкоджуваності

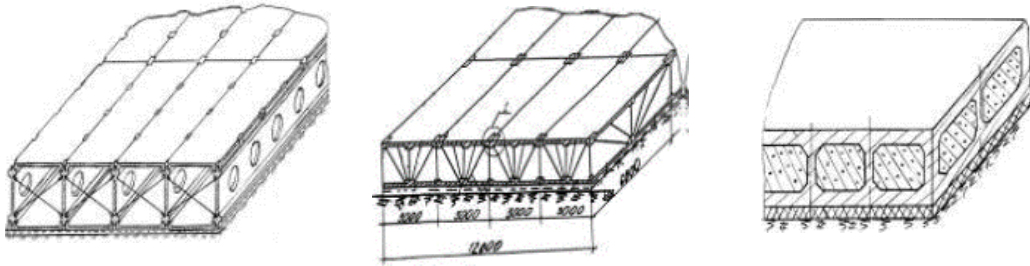
Інтенсивність	Визначення	Опис максимального впливу (скорочений)
I	Невідчутні	Невідчутний
II	Ледь відчутні	Відчувається лише окремими відпочиваючими людьми
III	Слабі	Відчувається не багатьма людьми в будівлях. Відпочиваючі люди відчувають легкі коливання або тремтіння
IV	Відчутні	Місцями поза приміщеннями, в будівлях відчувається багатьма людьми. Деякі сплячі прокидаються. Посуд і вікна деренчать. Двері гризують
V	Сильні	Відчувається деякими поза приміщеннями, в будівлях - більшістю людей. Багато людей, які сплять прокидаються. Деякі налякані. Будинки трясуть повністю. Висячі предмети сильно розгойдуються, дрібні предмети зсуваються з місця. Двері і вікна відкриваються і закриваються.
VI	Легкі пошкодження будівель	Багато людей налякані і залишають приміщення. Деякі предмети перекидаються. На багатьох будинках, головним чином, знаходяться в поганому стані, з'являються легкі пошкодження, такі, як тонкі тріщини в стінах і падіння, наприклад, дрібних шматків штукатурки
VIII	Пошкодження будівель	Більшість людей налякані і залишає приміщення. Меблі переміщається. Предмети в великих кількостях падають з полиць. На багатьох будинках жорсткої конструкції з'являються пошкодження середніх розмірів (дрібні тріщини в стінах, обвал штукатурки, падіння частин димарів). Будинки, що знаходяться в поганому стані, в основному, мають великі тріщини в стінах і обвалення перегородок
VIII	Сильні пошкодження будівель	Багато людей втрачають рівновагу. На багатьох будинках звичайної конструкції з'являються сильні пошкодження, тобто обрушуються частини фронту і покрівельні карнизи. Деякі будівлі дуже слабкою конструкції обрушуються повністю
IX	Руйнівний	Загальна паніка серед постраждалих. Навіть в дуже міцних будівлях звичайних конструкцій є дуже сильні пошкодження і часткове обвалення несучих конструкцій. Багато менш міцних будов обрушуються повністю
X	Дуже руйнівний	Багато міцних будівель руйнуються або отримують сильні пошкодження
XI	Спустошуюче	Більшість споруд, навіть деякі з точки зору сейсмостійкості добре запроектовані і правильно зведені, руйнуються
XII	Повністю спустошуюче	Майже всі будівлі руйнуються повністю

## Класифікація систем сейсмозахисту за принципом їх роботи

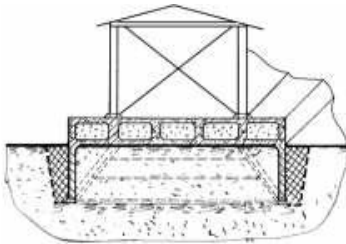


# Приклади конструктивної сейсмобезпеки

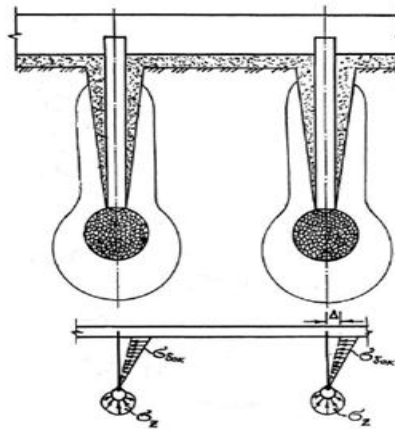
а)



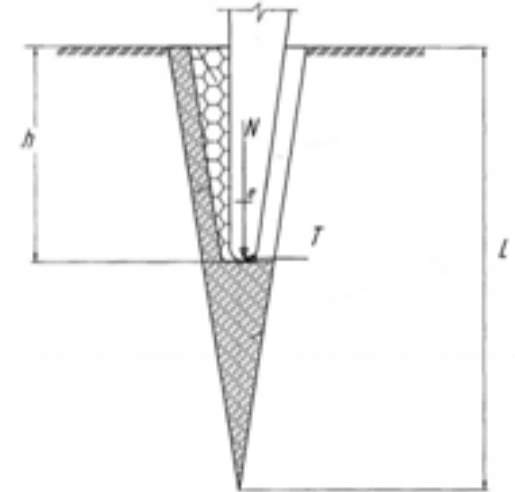
б)



в)



? г)



- а) - просторова фундаментна платформа (ПФП)  
б) - ПФП зі «стіною в ґрунті»; в) сейсмостійкий фундамент;  
г) фундамент з пірамідальної палі, для будівництва під розпирні навантаження

# Розрахункові схеми будівлі

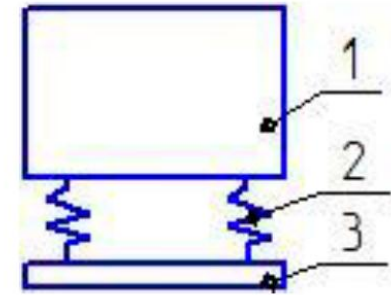
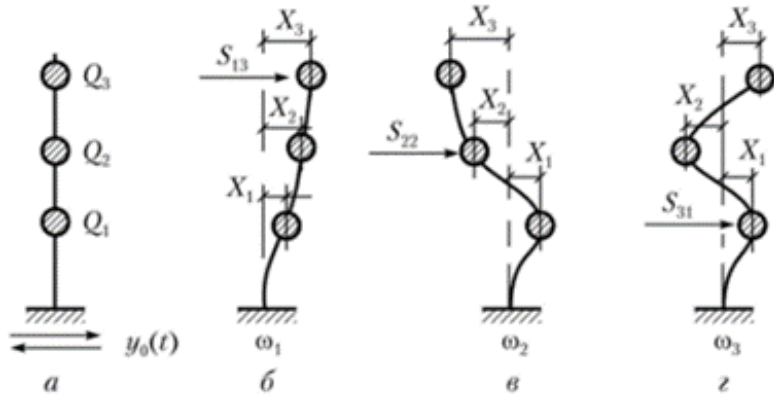
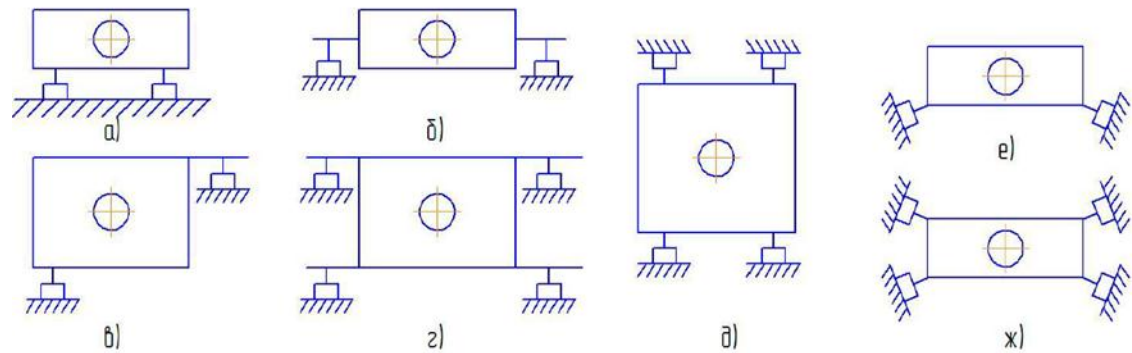


Схема будівлі встановленої на амортизаторах:  
1 - будівля; 2 - амортизатор; 3 - вібруюча основа

Позначення сейсмічних навантажень для системи з трьома ступенями свободи



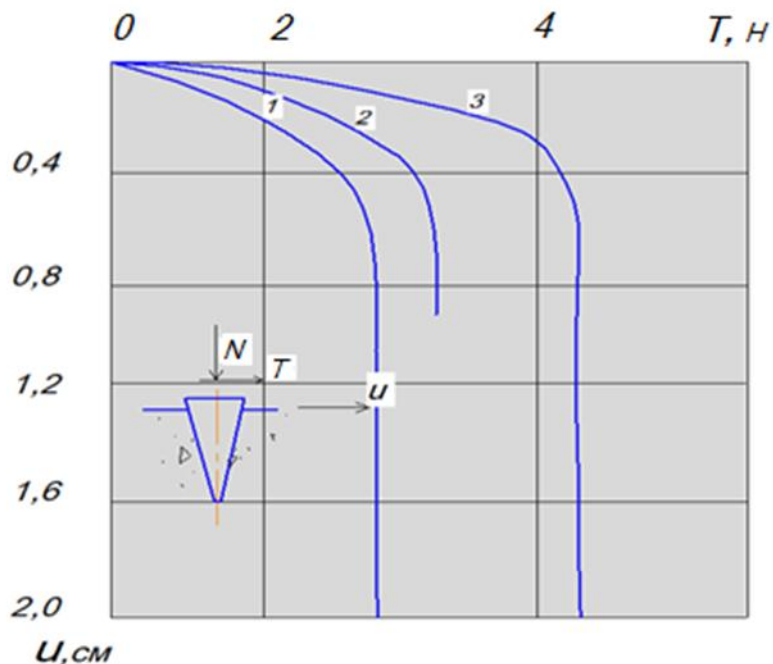
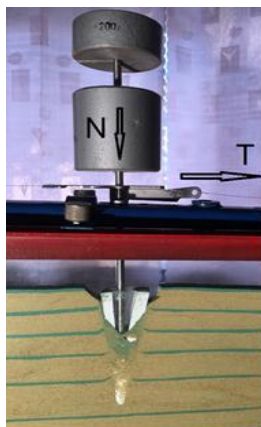
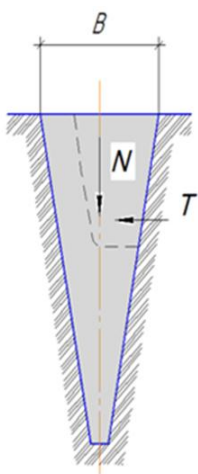
Можливі схеми розташування амортизаторів



## Статичні дослідження моделей пірамідальних паль



Схема лабораторної установки



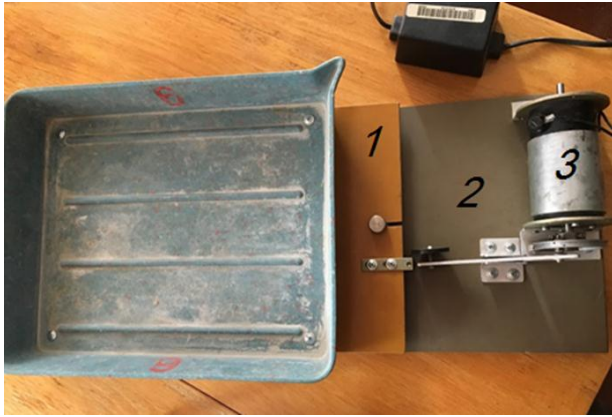
Графік залежності  $u = f(T)$

при: 1 –  $N = 0$ ; 2 –  $N = 4 \text{ Н}$ ; 3 –  $N = 7 \text{ Н}$

Збільшення опору паль горизонтальним навантаженням залежно від наявності вертикального навантаження

Схема прикладання навантажень на палю

# Динамічні дослідження фундаментів



**Стенд для динамічних випробувань**

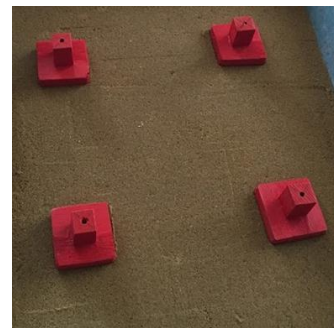
1- маятникова віброплатформа; 2- силова основа; 3 - вібромашина



**Схема розташування акселерометрів**



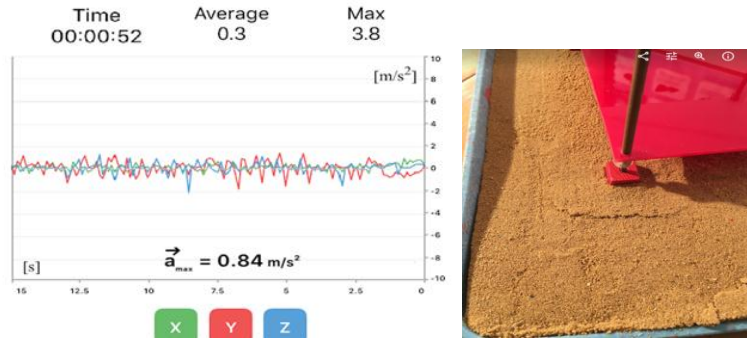
**Моделі перед випробуванням**



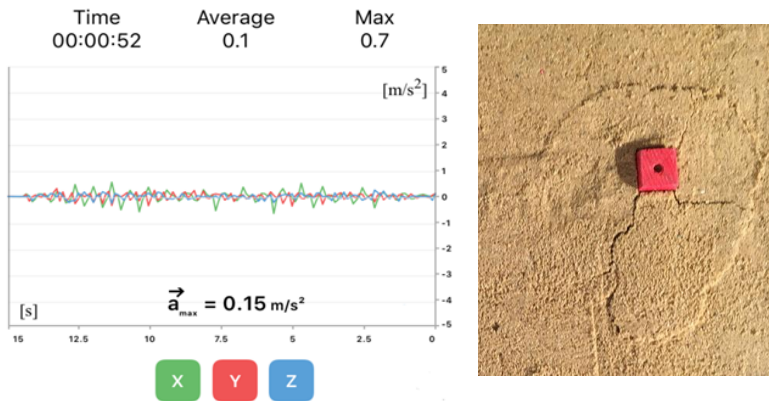
**Установка фундаментів мілкого закладання**

# Результати досліджень

## Фундамент мілкого закладання

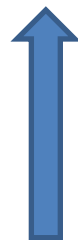


Коливання покриття

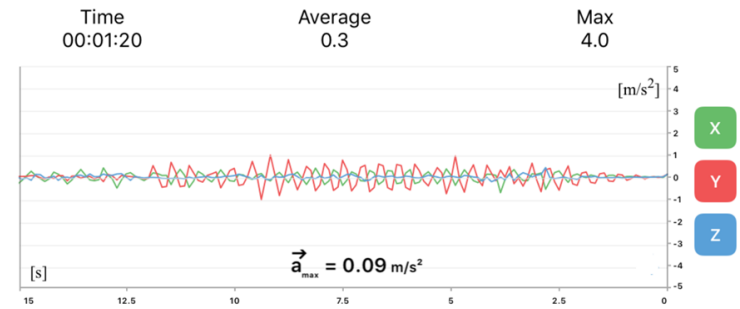


Коливання збуджуючої платформи

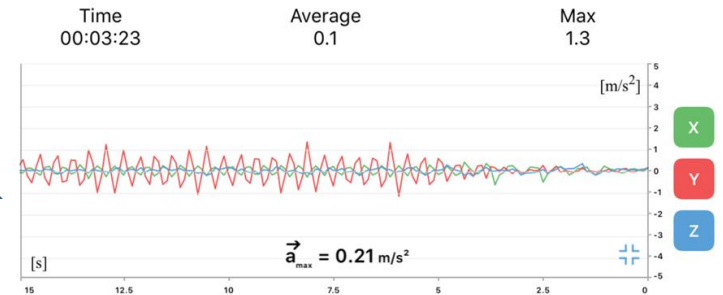
Як показують представлені акселограми коливання конструкції верху будівлі більші, ніж коливання збуджуючої платформи



## Фундамент на пірамідальних палях



Коливання покриття



Коливання збуджуючої платформи



Як показують представлені акселограми коливання конструкції верху будівлі менші, ніж коливання збуджуючої платформи

## ВИСНОВОК

За результатами виконаного кваліфікаційного дослідження зроблені наступні висновки:

1. Виконано оцінку факторів сейсмічних впливів на будівлі. Найбільш небезпечними для будівель і споруд вважаються S і L-хвилі, так як при їх дії відбувається і поступальний, і ротаційний рух ґрунту.
2. Проаналізовано класифікацію сейсмосахисту. Розглянуто методи конструктивної сейсmobезпеки.
3. Розглянуто поняття міцності і стійкості. Проведено аналіз поведінки коливальних систем в залежності від впливу на них вібрацій різних частот.
4. Проведено огляд устаткування для випробувань конструкцій на вібраційні навантаження. Виконано випробування моделей системи «основа-фундамент-будівля» на вібростійкість.
5. Запропоновано нову конструкцію фундаменту
6. Розглянуто питання безпеки праці на робочому місці співробітника випробувального стенду.
7. Виконано розрахунок фундаменту мілкового закладання при сейсмічних впливах.

# ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!