

Лабораторна робота №5

Виконання частотного та динамічного аналізу зварної конструкції

Відкриваємо збірку CNC_ROUTER і створюємо **Нове дослідження – Частота (New Study – Frequency)** (Рис.1.1).

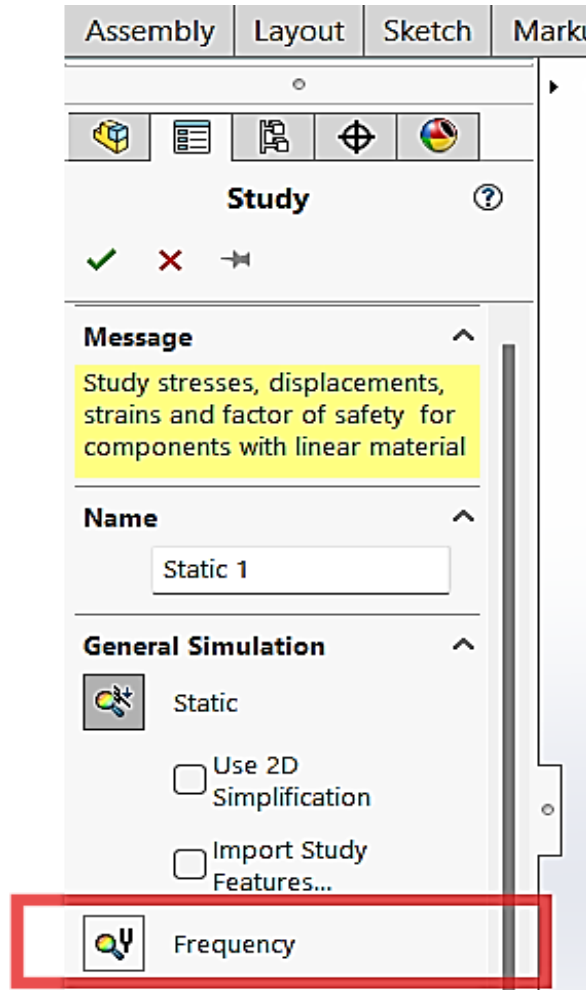


Рис.1.1. Створення нового дослідження

У зв'язку з не функціональністю болтових з'єднувачів елементи, які показані на Рис.1.2 треба вилучити з аналізу. Виділити всі елементи (ZDTU_Holder 1-10), натиснути права кнопка миші – Exclude from Analysis.

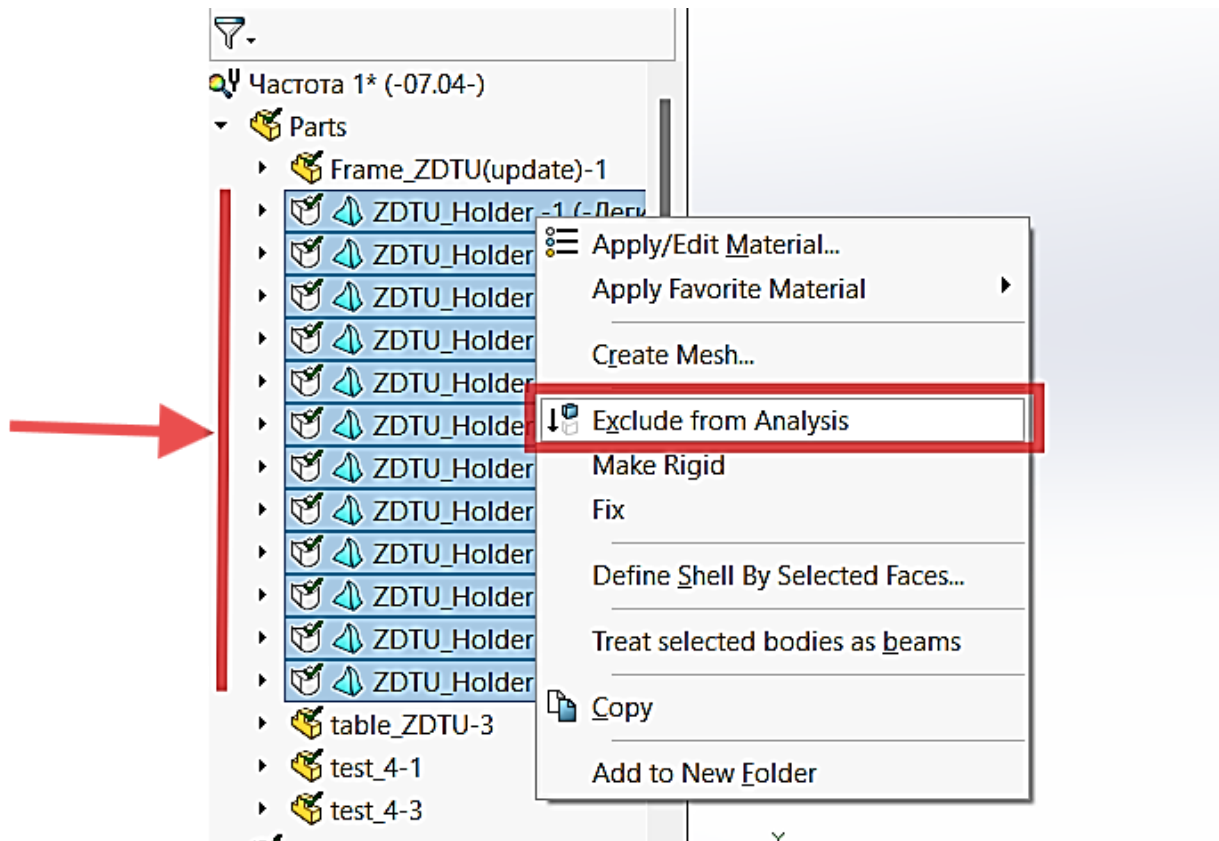


Рис.1.2. Вилучення елементів із аналізу

В дереві побудови є елемент **Traversa** (Рис.1.3), до якого будуть прикладатися навантаження при виконанні динамічного дослідження, то визначаємо цей об'єкт як балка. Права кнопка миші – **Treat all solid bodies as Solid**.

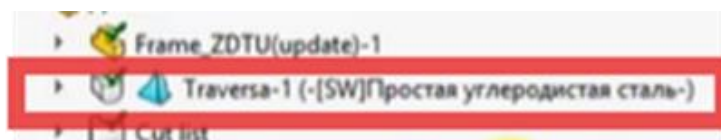


Рис.1.3. Елемент Traversa

Створюємо закріплення: правою кнопкою миші натиснути **Fixtures – Fixed Geometry**. Вибираємо **Immovable (No translation)** і визначаємо вузли, які хочемо зафіксувати (Рис.1.4).

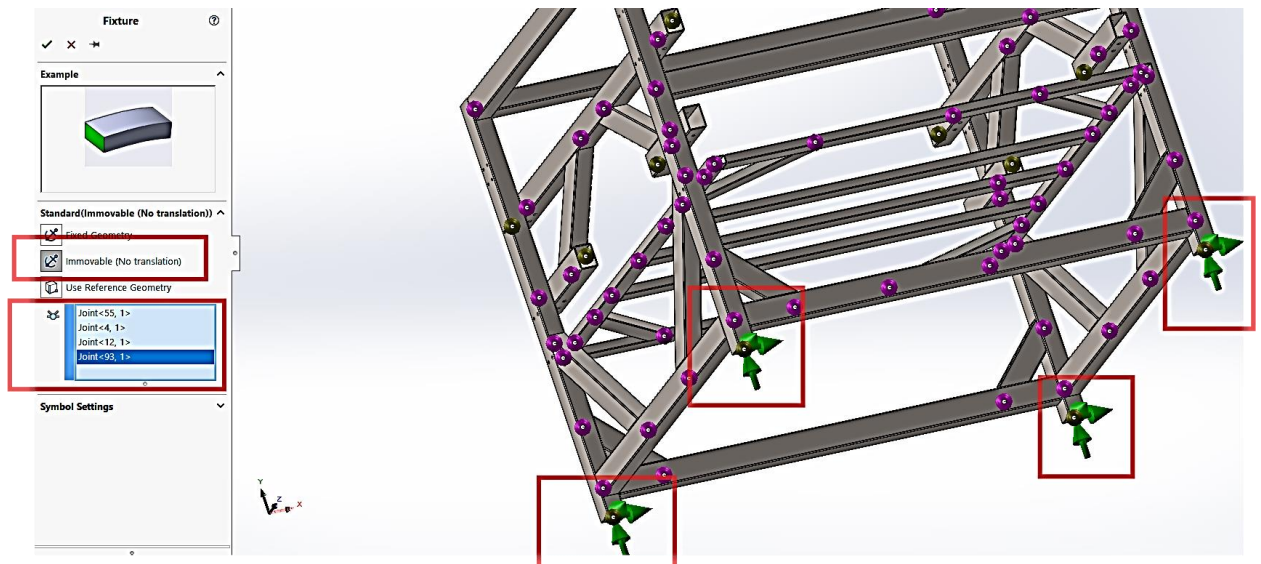


Рис.1.4. Фіксування вузлів

Будуємо сітку. В дереві побудови шукаємо сітку (**Mesh**) – натискаємо правою кнопкою миші і вибираємо **Create Mesh**. Сітка побудована (Рис.1.5).

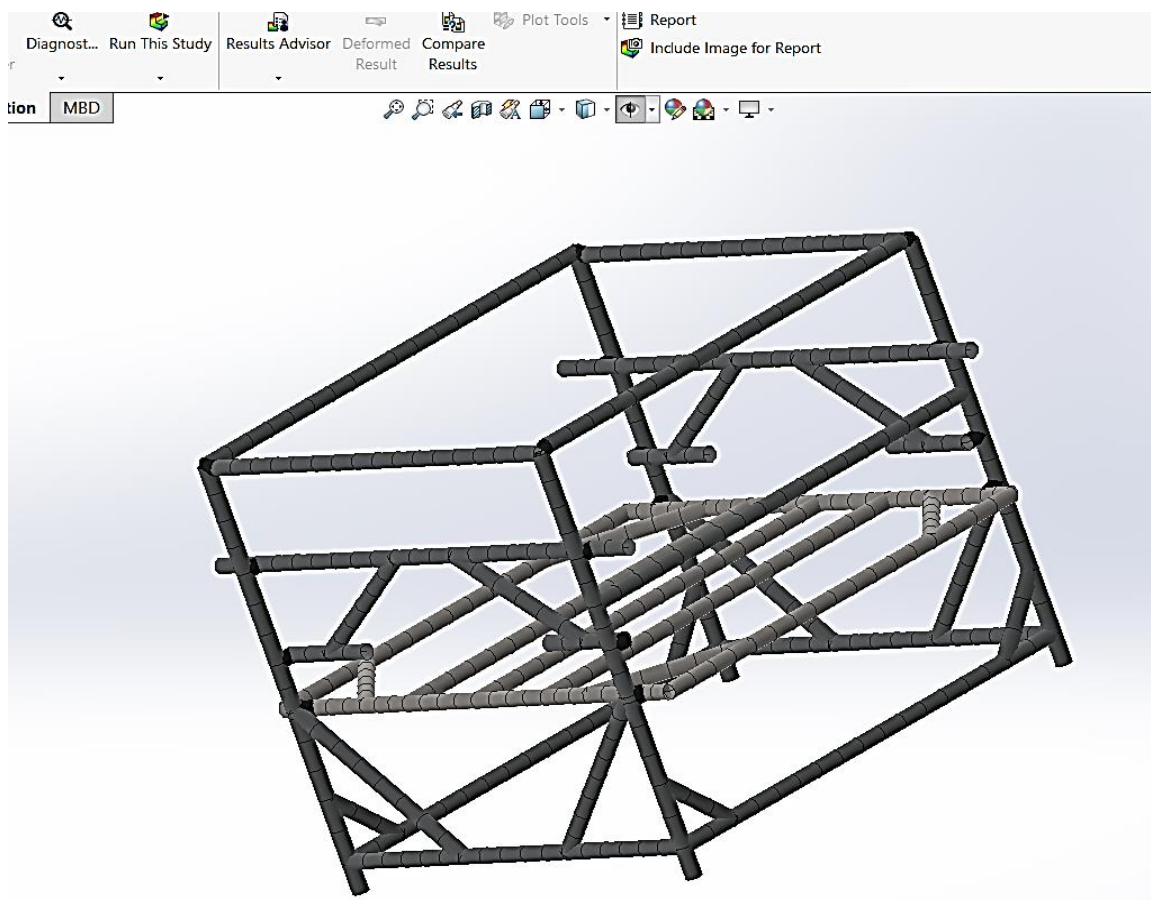


Рис.1.5. Результат побудови сітки

Наступний крок це налаштування модального аналізу. В Дереві побудови дослідження знайти **Частота1***, натиснути правою кнопкою і вибрати властивості

(Properties). В **Number of frequencies** задаємо кількість частот – 20, всі інші параметри за умовчанням (Рис.1.6).

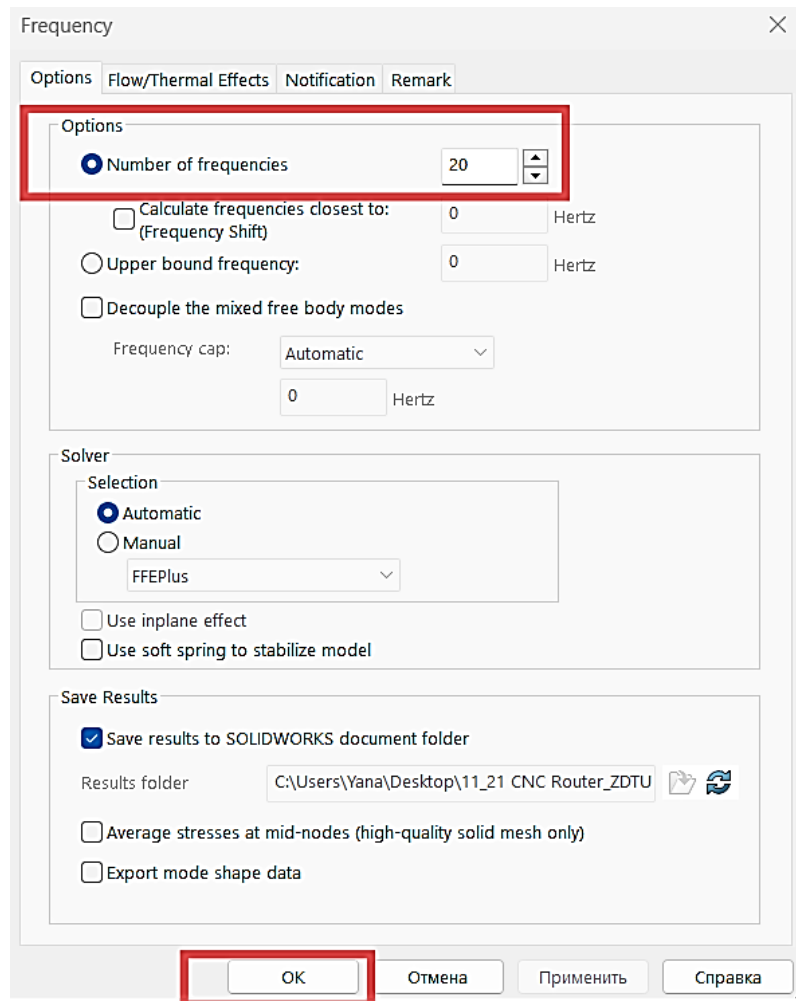


Рис.1.6. Визначення кількості частот

Запускаємо дослідження – **Run This Study**. Результат дослідження зображено на Рис.1.7.

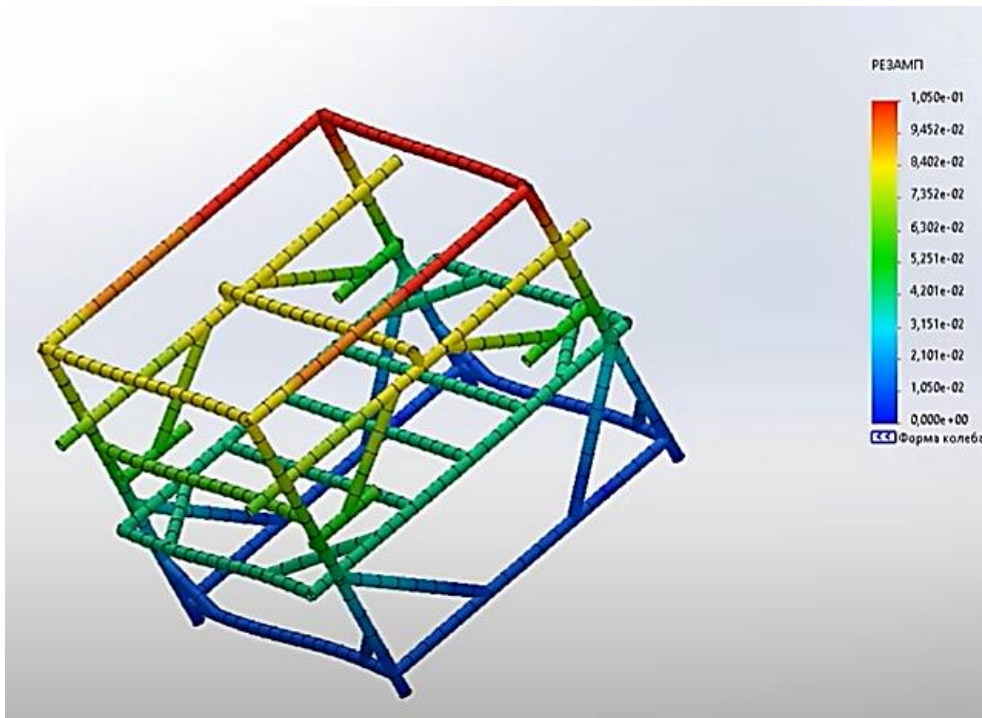


Рис.1.7. Результати досліджень

Аналіз коливання можна подивитися наступним чином. В Дереві побудови знаходимо **Result**, права кнопка миші - вибрати **List Resonant Frequencies** і відкриється вікно з результатами (Рис.1.8).

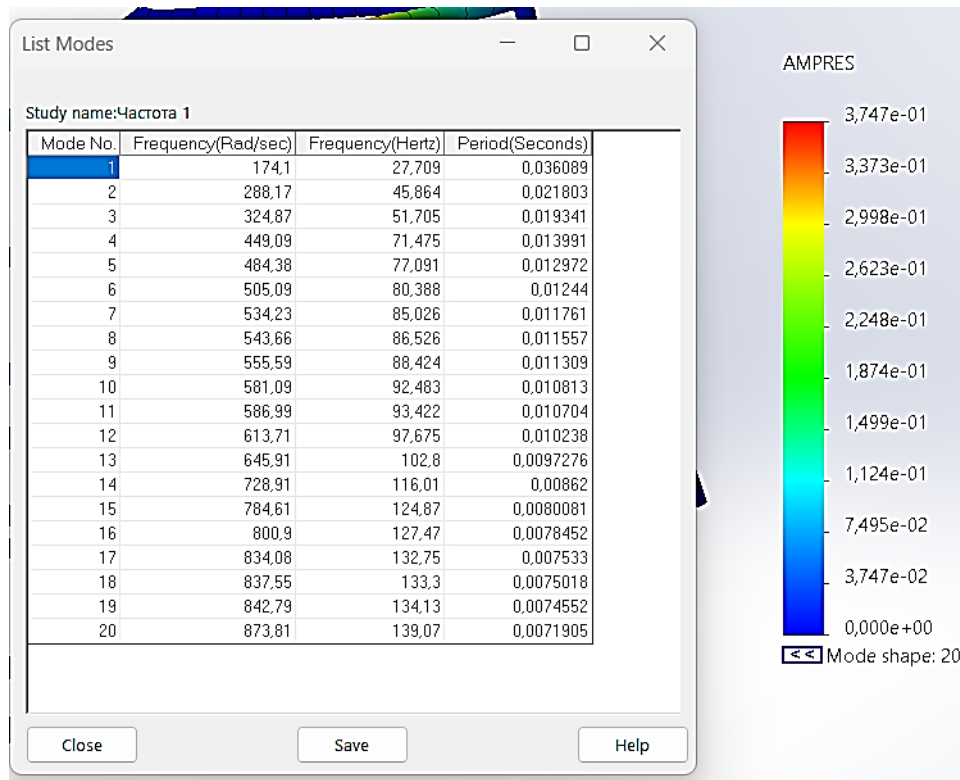


Рис.1.8. Результати резонансних частот

Визначаємо масову участь. В Дереві побудови знаходимо **Result**, права кнопка миші - вибрати **List Mass Participation** і відкриється вікно з результатами (Рис.1.9.)

Mass Participation (Normalized)

Study name: Частота 1

Mode No.	Freq (Hertz)	X direction	Y direction	Z direction
1	27.709	0,66086	1,2716e-15	3,8956e-15
2	45,864	1,0319e-12	0,076875	1,7666e-07
3	51,705	0,01493	5,1219e-12	5,9764e-14
4	71,475	1,122e-13	3,9824e-05	0,0037201
5	77,091	5,3838e-15	3,7289e-05	0,70496
6	80,388	1,1089e-14	0,020805	0,0079136
7	85,026	1,7792e-13	0,00099682	0,012631
8	86,526	7e-13	0,0056212	0,0078495
9	88,424	0,00015156	5,489e-11	3,3918e-10
10	92,483	0,13822	6,1828e-14	6,8819e-13
11	93,422	6,2814e-12	0,00032957	0,0040046
12	97,675	0,0022113	1,059e-14	3,07e-14
13	102,8	2,0483e-13	0,0026693	0,00027305
14	116,01	1,9874e-15	0,015684	7,9223e-05
15	124,87	5,3935e-17	0,029398	5,4657e-06
16	127,47	9,0821e-14	0,01344	0,0017964
17	132,75	0,021665	7,8756e-14	2,8488e-13
18	133,3	0,0017518	2,5419e-13	1,2326e-11
19	134,13	9,075e-14	0,0017602	0,069398
20	139,07	7,4459e-14	0,0059931	0,0016001
		Sum X = 0,83979	Sum Y = 0,17365	Sum Z = 0,81423

Close Save Help

Рис.1.9. Результати з визначення масової участі (20 частот)

Аналізуючи дані, можна зробити висновок, що коливання в основному відбуваються по осі X, і щоб оцінити результат коливання в повному обсязі – 20 частот виявляється замало.

Тому в Дереві побудови дослідження знаходимо знову **Частота1***, натискаємо правою кнопкою миші і вибираємо властивості (**Properties**). В **Number of frequencies** задаємо кількість частот – 80, всі інші параметри за умовчанням, як було на Рис.6. Запускаємо дослідження **Run This Study**. Результат дослідження зображено на Рис.1.10. Для подальшого детального аналізу можна натиснути Save і зберегти значення в Excel.

Mass Participation (Normalized)

Study name: Частота 1

Mode No.	Freq (Hertz)	X direction	Y direction	Z direction
1	27.709	0,66086	1,2716e-15	3,8956e-15
2	45,864	1,0319e-12	0,076875	1,7666e-07
3	51,705	0,01493	5,1219e-12	5,9764e-14
4	71,475	1,122e-13	3,9824e-05	0,0037201
5	77,091	5,3838e-15	3,7289e-05	0,70496
6	80,388	1,1089e-14	0,020805	0,0079136
7	85,026	1,7792e-13	0,00099682	0,012631
8	86,526	7e-13	0,0056212	0,0078495
9	88,424	0,00015156	5,489e-11	3,3918e-10
10	92,483	0,13822	6,1828e-14	6,8819e-13
11	93,422	6,2814e-12	0,00032957	0,0040046
12	97,675	0,0022113	1,059e-14	3,07e-14
13	102,8	2,0483e-13	0,0026693	0,00027305
14	116,01	1,9874e-15	0,015684	7,9223e-05
15	124,87	5,3935e-17	0,029398	5,4657e-06
16	127,47	9,0821e-14	0,01344	0,0017964
17	132,75	0,021665	7,8736e-14	2,8496e-13
18	133,3	0,0017518	2,5414e-13	1,2327e-11
19	134,13	9,0799e-14	0,0017602	0,069398
20	139,07	6,8061e-14	0,0059931	0,0016001
21	141,33	0,015198	2,0124e-11	5,0273e-13
22	141,82	1,9705e-11	0,016078	0,00055972
23	150,56	7,6228e-15	0,0019853	0,026499
24	155,38	7,4485e-15	5,2784e-06	0,0049345
25	158,62	1,9433e-13	0,00075815	4,4215e-05
26	159,43	0,024136	2,864e-16	7,7558e-16
27	175,95	5,9586e-06	4,6506e-09	1,3391e-10
28	175,99	3,7521e-13	0,058461	0,0016134

Close Save Help

Рис.10. Результати дослідження з визначення масової участі (80 частот)

На Рис.1.11. зображено загальний вигляд даних результатів досліджень після експортування в Excel.

Mode No.	Freq (Hertz)	X direction	Y direction	Z direction
1	27,709	0,66086	1,27E-15	3,90E-15
2	45,864	1,03E-12	0,076875	1,77E-07
3	51,705	0,01493	5,12E-12	5,98E-14
4	71,475	1,12E-13	3,98E-05	0,0037201
5	77,091	5,38E-15	3,73E-05	0,70496
6	80,388	1,11E-14	0,020805	0,0079136
7	85,026	1,78E-13	0,00099682	0,012631
8	86,526	7,00E-13	0,0056212	0,0078495
9	88,424	0,00015156	5,49E-11	3,39E-10
10	92,483	0,13822	6,18E-14	6,88E-13
11	93,422	6,28E-12	0,00032957	0,0040046
12	97,675	0,0022113	1,06E-14	3,07E-14
13	102,8	2,05E-13	0,0026693	0,00027305
14	116,01	1,99E-15	0,015684	7,92E-05
15	124,87	5,39E-17	0,029398	5,47E-06
16	127,47	9,08E-14	0,01344	0,0017964
17	132,75	0,021665	7,87E-14	2,85E-13
18	133,3	0,0017518	2,54E-13	1,23E-11
19	134,13	9,08E-14	0,0017602	0,069398
20	139,07	6,81E-14	0,0059931	0,0016001
21	141,33	0,015198	2,01E-11	5,03E-13
22	141,82	1,97E-11	0,016078	0,00055972
23	150,56	7,62E-15	0,0019853	0,026499
24	155,38	7,45E-15	5,28E-06	0,0049345
25	158,62	1,94E-13	0,00075815	4,42E-05
26	159,43	0,024136	2,86E-16	7,76E-16
27	175,95	5,96E-06	4,65E-09	1,34E-10

Рис.1.11. Вигляд результатів досліджень після експортування в Excel

На основі частотного дослідження створюємо динамічне дослідження. Для цього знизу на вкладці дослідження, в нашому випадку це Частота 1 натиснути правою кнопкою миші Copy Study (Рис.1.12). Таким чином ми скопіюємо дослідження для подальших змін.

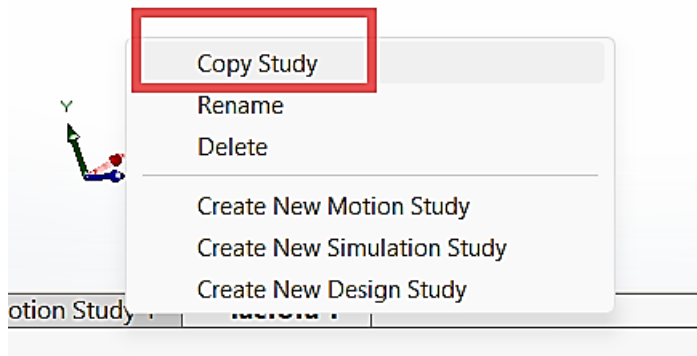


Рис.1.12. Копіювання дослідження

Вибираємо **Linear Dynamic** і в Options вибираємо **Harmonic** і створюємо нове динамічне дослідження (Рис.1.13).

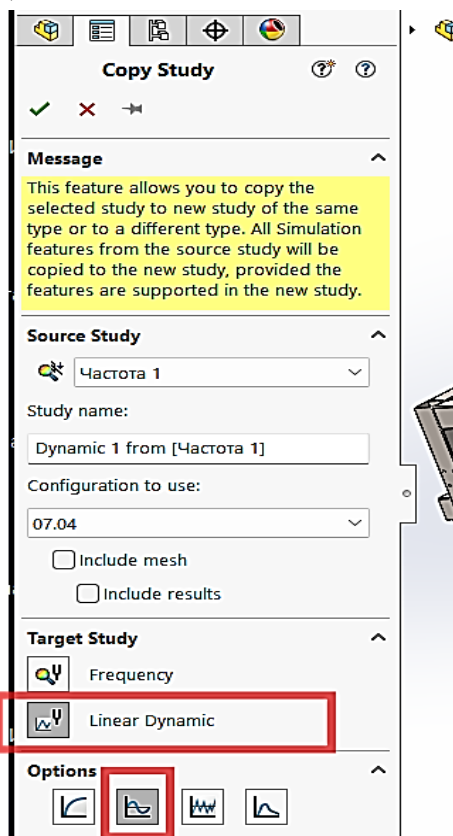


Рис. 1.13. Створення динамічного дослідження

Задаємо коефіцієнт демпфування. В Дереві побудови правою кнопкою миші натискаємо на **Damping** і вибираємо **Edit/Define** (Рис.1.14).

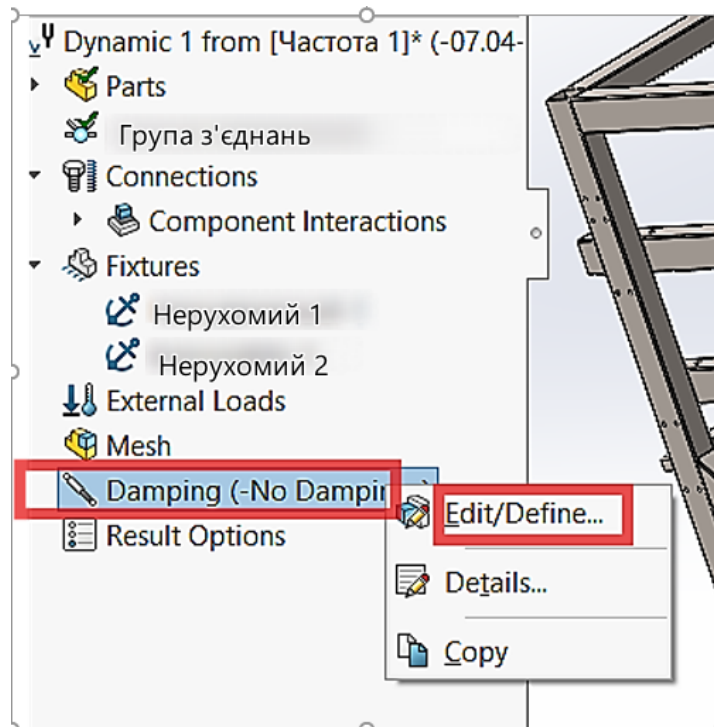


Рис.1.14. Задавання параметрів демпфування

В **Damping Ratios** задаємо 0.04 і натискаємо ОК. Коефіцієнт демпфування заданий (Рис.1.15).

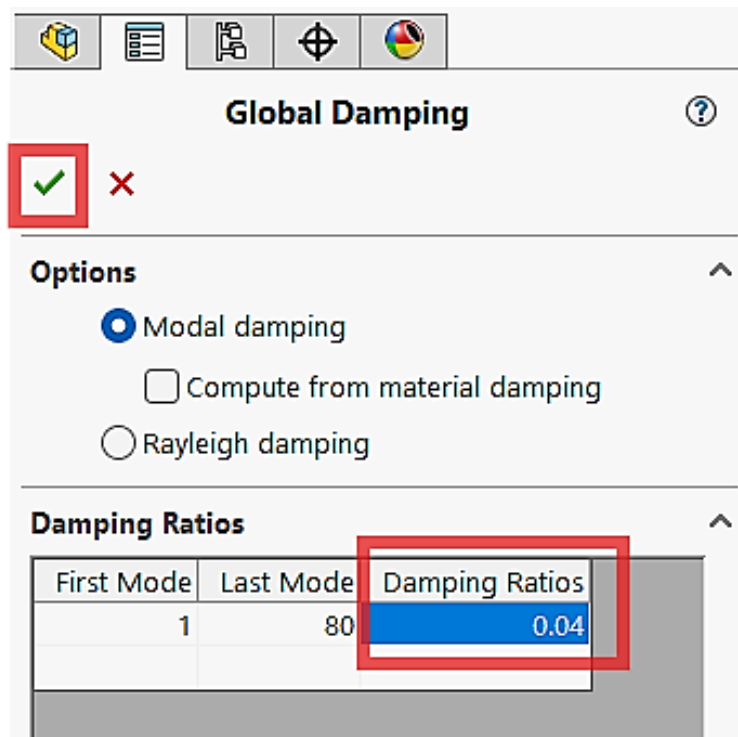


Рис.1.15. Коефіцієнт демпфування

В Дереві побудови правою кнопкою миші натискаємо **Dynamic 1 from (Частота 1)*** і вибираємо **Properties**. У вкладці **Harmonic Options** верхній ліміт (**Upper limit**) ставимо

найвище значення частот, яке у нас вийшло в частотному дослідженні при 80 заданих частотах. В нашому випадку це 495 (Рис.1.16).

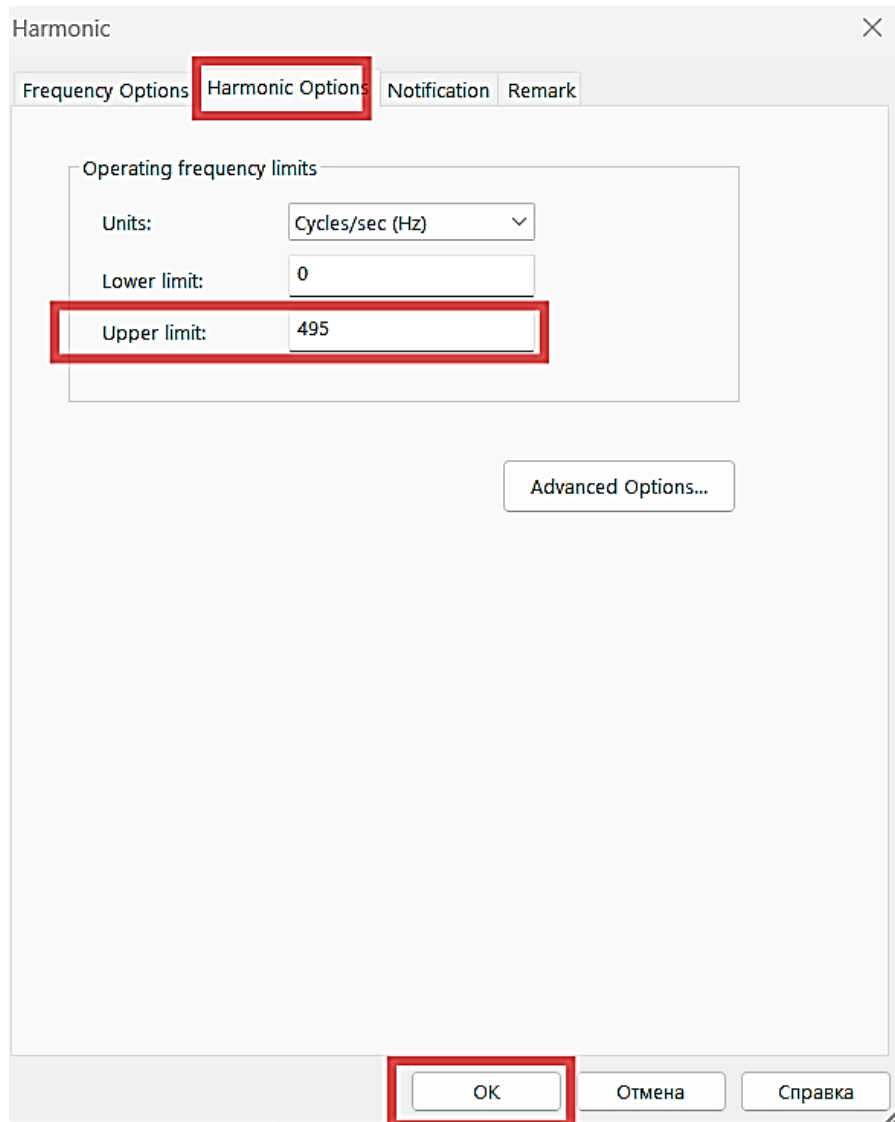


Рис.1.16. Верхній ліміт частот

Тепер задаємо навантаження. Правою кнопкою миші натискаємо **External Loads** і вибираємо **Uniform Base Excitation** (Рис.1.17.).

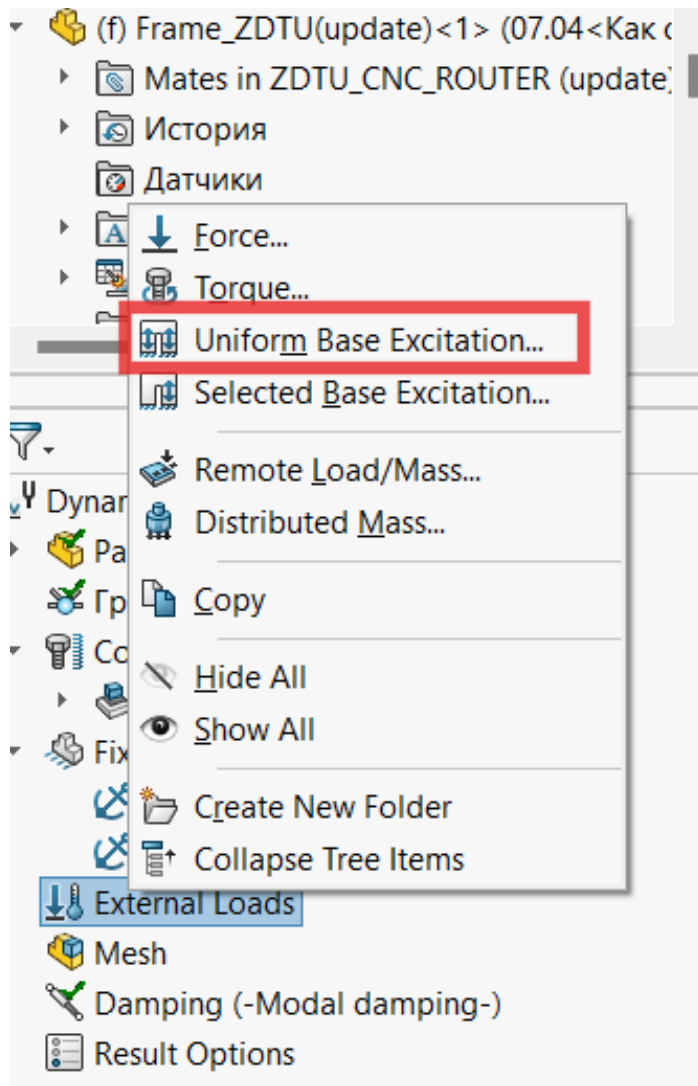


Рис.1.17. Вибір навантаження

Вибираємо балку, на яку будемо накладати навантаження і напрямок дії навантаження – де значення буде 0.1 мм (Рис.1.18.)

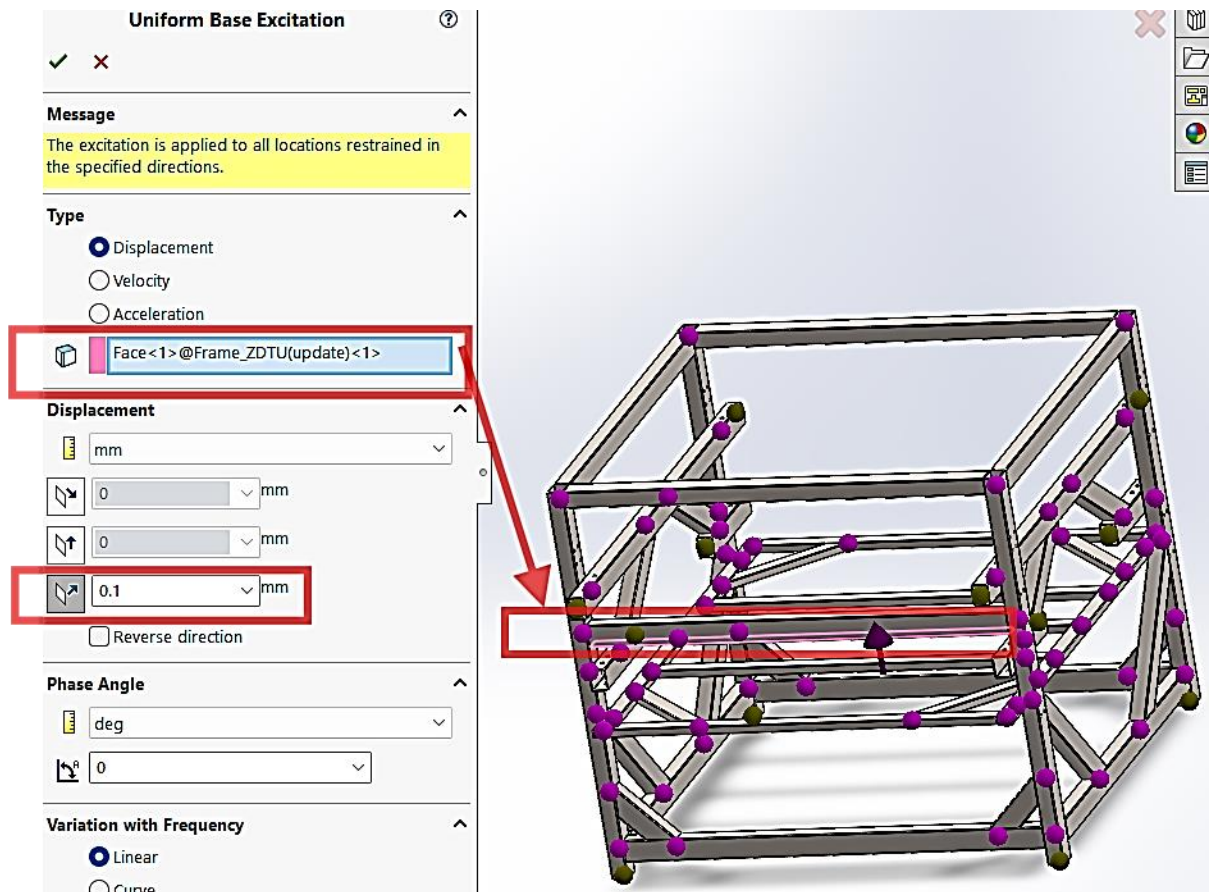


Рис.1.18. Визначення напрямку навантаження

Після заданих параметрів запускаємо розрахунок дослідження – **Run This Study**. Результат дослідження зображено на Рис.1.19.

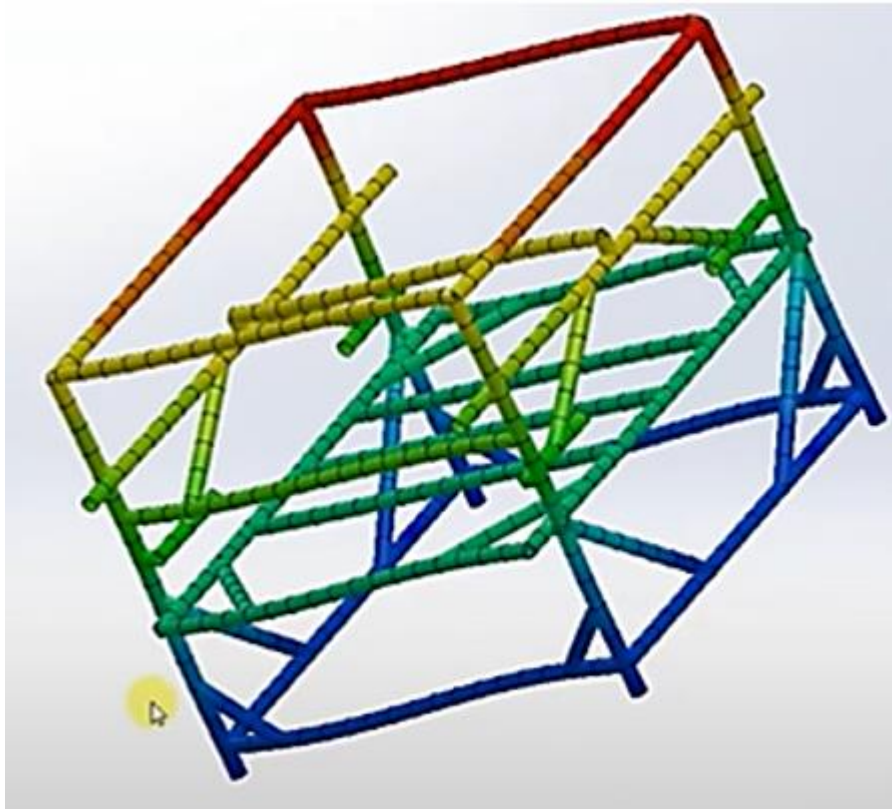


Рис.1.19. Результат дослідження

Далі знаходимо **Result**, натискаємо правою кнопкою миші і вибираємо **Define Response Graph**.

За промовчанням система пропонує вибрати конкретний вузол, але ми обираємо вузол де ми задавали навантаження, тобто елемент – наша балка. Вибираємо Y axis: **Displacement – UY: Y Displacement, mm**. (Рис.1.20).

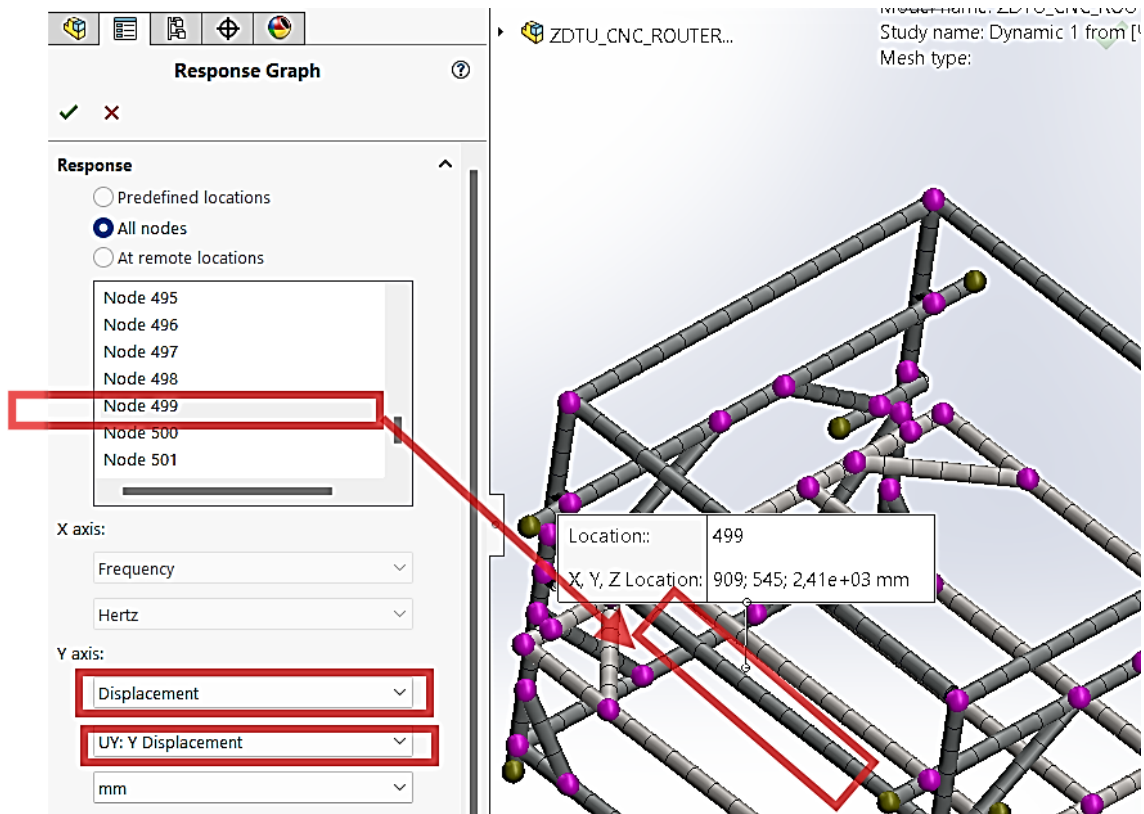


Рис. 1.20. Задані параметри

Побудовану епюру показано на Рис.1.21.

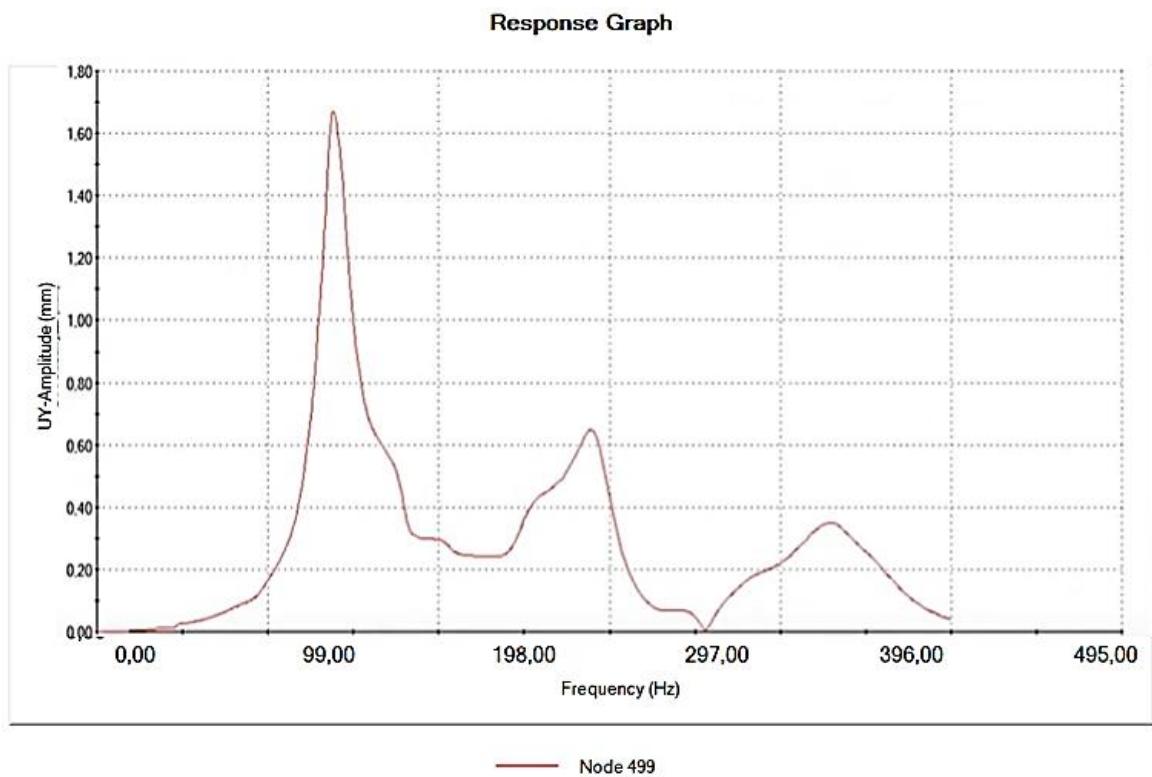


Рис.21. Отримана епюра

Літературні джерела

1. SOLIDWORKS Web Help [Електронний ресурс] // Dassault Systèmes. – 2029. – Режим доступу до ресурсу: https://help.solidworks.com/2019/English/SolidWorks/sldworks/r_welcome_sw_online_help.htm?verRedirect=1 .
2. SOLIDWORKS Tech Blog [Електронний ресурс] // Dassault Systèmes. – 2024. – Режим доступу до ресурсу: <https://blogs.solidworks.com/tech/>
3. J. Ed A. Finite Element Analysis Concepts via SolidWorks [Електронний ресурс] / Akin J. Ed // Rice University. – 2009. – Режим доступу до ресурсу: https://www.clear.rice.edu/mech403/HelpFiles/FEAC_final.pdf.