

2. В той же час похибка m_z визначена за запропонованими формулами у три рази менша ніж визначена за класичними формулами. Зміна координати Z залежить від нахилу вертикальної оптичної камери та абсолютної величини самої координати Z .

Отже, отримані на основі кінематичного лінійного та нелінійного проєкціювання формули (7) надають можливість аналітичне обробляти інформацію, яку несуть панорамні знімки без будь-яких обмежень, що накладаються на їх просторове положення.

Література

1. Коншин М.Д. Применение панорамного аэрофотоаппарата при аэрофотографической съёмке / М.Д. Коншин // Геодезия и картография. – №1. – 1993. – С. 33-36.
2. Кучко А.С. Аэрофотогеодезия / А.С. Кучко // Основы и метрология. – М.: Недра, 1994. – 273с.
3. Пулькевич И.Г. Лінійні та нелінійні оператори кінематичних проєкційних відображень / И.Г. Пулькевич // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – Вип. 80. – К.: КНУБА, 2009. – С.57-61.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ КООРДИНАТ ТОЧЕК ПАНОРАМНОЙ СЪЕМКИ

И.Г. Свидрак, О.Р. Баранецкая, В.И. Топчий, А.А. Шевчук,
Н.С. Галкина

Аннотация – исследовано определение пространственных координат точек панорамной съёмки с помощью методов кинематических проекционных отображений (линейные и нелинейные операторы кинематических проекционных отображений).

DETERMINATION OF SPATIAL CO-ORDINATES OF POINTS OF PANORAMIC SURVEY

I. Svidrak, O. Baranetska, V. Topchy, A. Shevchyk, N. Galkina

Summary

Determination of spatial coordinates of points of panoramic survey is explored by the methods of kinematics reflections of projections (linear and nonlinear operators kinematics projections reflections).

ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВИМУШЕНИХ КОЛИВАНЬ ЗАЛЕЖНО ВІД ХАРАКТЕРУ РУШІЙНИХ СИЛ

Семків О.М., к.т.н.

Національний університет цивільного захисту України (Харків)
Тел. 067-724-98-81

Анотація – розроблено таргет-програму для дослідження вимушених коливань системи у межах теорії малих коливань і з різноманітними характеристиками графіків дій рушійних сил зовнішнього впливу.

Ключові слова – вимушені коливання, функція зовнішнього впливу, графік рушійної сили, сили збудрень коливань.

Постановка проблеми. Системи вимушених коливань широко застосовуються у техніці. Тому актуальності набувають розрахунки їх динаміки залежно від графіків дій сил збудрень вимушених коливань. Варіанти вимушених коливань проявляються в конструкціях ґрунтометальних машин, призначених для ліквідації низових лісових пожеж в умовах відсутності води [1]. Конструкції зазначених машин передбачають розміщення на спільній платформі трьох джерел осциляцій [2-4]. Перше джерело - розпушувач ґрунту, призначений для підготовки ґрунту до його використання. Друге джерело - вібраційний транспортер, призначений для підйому ґрунту для накопичення у бункері. І третє джерело - радіально-лопатковий металник, призначений для транспортування ґрунту до осередків пожежі шляхом метання. Різноманітного характеру рушійні сили збудрень вимушених коливань тут виникають при дії розпушувача ґрунту. При кінцевому часі зовнішнього впливу в лінійній системі відбуваються несталі коливання (початок і припинення роботи розпушувача, гальмування роботи на твердом ґрунті і його нерівностях, робота у перехідних кривих). При тривалому впливі дії збудрень у механічній системі можуть виникати сталі коливання (наприклад, при роботі на шийку з геометричними нерівностями).

Аналіз останніх досліджень. Для одержання незатухаючих сталих коливань необхідно ввести який-небудь періодично діючий фактор. У випадку механічних коливань (для наявності - пружинного маятника) роль періодично діючого фактора грає зовнішня рушійна сила $F(t)$, що вимушує коливання. Зазначені коливання описуються [5-8] неоднорідним диференціальним рівнянням

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2\beta \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = \frac{F_0}{m} \cos \Omega t, \quad (1)$$

Розв'язок рівняння (1) є сумою загального розв'язку однорідного рівняння й часткового розв'язку неоднорідного рівняння

Однорідне рівняння $\frac{d^2x}{dt^2} + 2\beta \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = 0$ має розв'язок

$$x = A_0 e^{-\beta t} \sin(\omega t + \varphi_0) \quad (2)$$

і описує згасаючі гармонійні коливання з початковою амплітудою A_0 , початковою фазою φ_0 , коефіцієнтом згасання $\beta = \frac{b}{2m}$ і частотою

$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}$, де $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$ - частота власних (незатухаючих) коливань

того ж маятника, m -маса маятника, k -коефіцієнт жорсткості пружини. Щоб одержати частковий розв'язок неоднорідного рівняння зручніше перетворити [6,7] силу збурення за допомогою формули Ейлера

$$\cos \Omega t = \frac{1}{2} (e^{i\Omega t} + e^{-i\Omega t}). \quad (3)$$

Тоді неоднорідне диференціальне рівняння набуде вигляду:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2\beta \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = \frac{F_0}{2m} (e^{i\Omega t} + e^{-i\Omega t}), \quad (4)$$

з частковим розв'язком

$$x = \frac{F_0}{m} \frac{\cos(\Omega t + \varphi)}{\sqrt{(\omega_0^2 - \Omega^2)^2 + 4\beta^2 \Omega^2}}, \quad (5)$$

де початкова фаза обчислюється за формулою $\varphi = -\arctg \frac{2\beta \Omega}{\omega_0^2 - \Omega^2}$.

Отриманий частковий розв'язок (5) диференціального рівняння (4) описує гармонійне коливання із частотою Ω сили збурення і постійною амплітудою, але зміщене в порівнянні із силою на фазу φ . Тоді повний розв'язок рівняння змущених коливань залежно від

амплітуди $A = \frac{F_0}{m} \frac{1}{\sqrt{(\omega_0^2 - \Omega^2)^2 + 4\beta^2 \Omega^2}}$ прийме вигляд [5,6]:

$$x = A_0 e^{-\beta t} \sin(\omega t + \varphi_0) + A \cos(\Omega t + \varphi), \quad (6)$$

З розв'язку (6) видно, що вимушені коливання являють собою суму двох рухів. А саме, згасаючих коливань із частотою ω , амплітуда яких убуває за експоненціальним законом, а також незатухаючих коливань із постійною амплітудою A і частотою Ω сили збурення. Спільний внесок цих двох коливальних рухів і описує поведінку коливальної системи під дією зовнішньої періодичної сили [5-8].

Формулювання цілей статті. За допомогою складеної Maple-програми дослідити вимушені коливання системи у межах теорії малих коливань і з різними характеристиками графіків дій рушійних сил зовнішнього впливу.

Основна частина. Було складено базову Maple-програму розв'язання на аналітичному рівні диференціального рівняння

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2\beta \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = \cos \pi t. \quad (7)$$

Враховуючи позначення констант інтегрування $_C1$ і $_C2$ і синтаксис мови Maple, розв'язок можна представити у вигляді:

$$x(t) = e^{(-\beta + \sqrt{\beta^2 - \omega_0^2})t} _C2 + e^{(-\beta - \sqrt{\beta^2 - \omega_0^2})t} _C1 + \frac{(\omega_0^2 - \pi^2) \cos(\pi t) + 2\pi \sin(\pi t) \beta}{4\beta^2 \pi^2 + \omega_0^4 - 2\omega_0^2 \pi^2 + \pi^4}$$

На рис. 1 зображено графіки функцій сили збурення (позначено точками) і одержаного розв'язку (суцільна лінія) залежно від інтервалу зміни параметра t тут і далі для значень $\beta = 0,025$ і $\omega_0 = 3$.

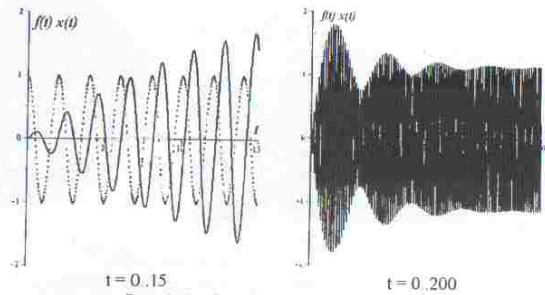


Рис. 1. Графіки функцій «гармонійної» сили збурення і одержаного розв'язку.

Графіки з рис. 1 узгоджуються з відомими результатами [1-3] згідно яких на першому етапі коливань спостерігається дозвичайно двох гармонійних коливань. Шляхом проведення комп'ютерних експериментів зі складеною програмою можна переконатися у тому, що тривалість першого етапу залежить від величини загасання β у коливальній системі. А також, що починаючи з деякого моменту часу амплітуда згасяючих коливань стає багато меншою амплітуди коливань із частотою сили, що вимушує коливання. Маятник починає здійснювати гармонійні коливання з постійною амплітудою й частотою зазначеної сили. Тобто виникають сталі коливання.

Також було складено програму для розв'язання рівняння

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2\beta \frac{dx}{dt} + \omega_0^2 x = \cos(\sqrt{\omega_0^2 - 2\beta^2} t) \quad (8)$$

з метою ілюстрації явища резонансу.

Враховуючи позначення констант інтегрування $C1$ і $C2$ і синтаксис мови паре, розв'язок можна представити у вигляді:

$$x(t) = e^{(-\beta + \sqrt{-\omega_0^2 + \beta^2} t)} C2 + e^{(-\beta - \sqrt{-\omega_0^2 + \beta^2} t)} C1 + \frac{\cos(\sqrt{\omega_0^2 - 2\beta^2} t) \beta + \sin(\sqrt{\omega_0^2 - 2\beta^2} t) \sqrt{\omega_0^2 - 2\beta^2}}{-2\beta^3 + 2\omega_0^2 \beta}$$

На рис. 2 зображено графіки функцій сили збудження і одержаного розв'язку залежно від інтервалу зміни параметра t для значень $\beta = 0.025$, $\omega_0 = 3$.

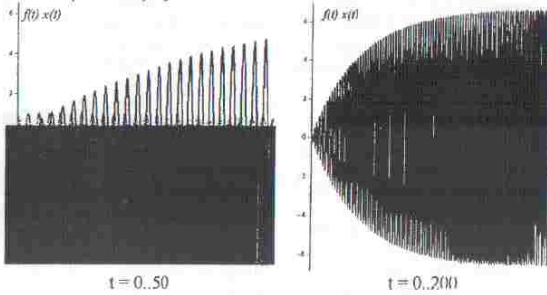


Рис. 2. Графіки функцій сили збудження і одержаного розв'язку у випадку релюніксу

Далі наведемо результати розрахунків з різноманітними характеристиками графіків дій рушійних сил зовнішнього впливу. Був показано, що при $t > 50$ всі графіки мають однаковий характер, подібний зображеному праворуч на рис. 1. Далі у варіантах наведемо лише графіки початкових фаз вимушених коливань.

Варіант 1. Графік дії сили зовнішнього впливу має «пилкоподібний» вигляд (рис. 3), описати який пропонується за допомогою функції $f = \frac{1}{2} \arcsin(\sin(\pi t))$.

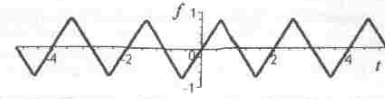


Рис. 3. «Пилкоподібний» графік дії зовнішньої сили.

На рис. 4 наведено графіки функцій сили «пилкоподібного» збудження і одержаного розв'язку.

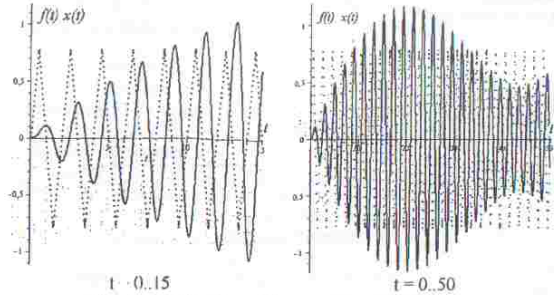


Рис. 4. Графіки функцій сили «пилкоподібного» збудження і одержаного розв'язку.

Варіант 2. Графік дії сили зовнішнього впливу має «меандровий» вигляд (рис. 5), описати який пропонується за допомогою функції $f = \tanh(100 \sin(\pi t))$.

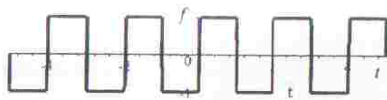


Рис. 5. «Меандровий» графік дії зовнішньої сили.

На рис. 6 наведено графіки функцій сили «меандронної» збудрення і одержаного розв'язку.

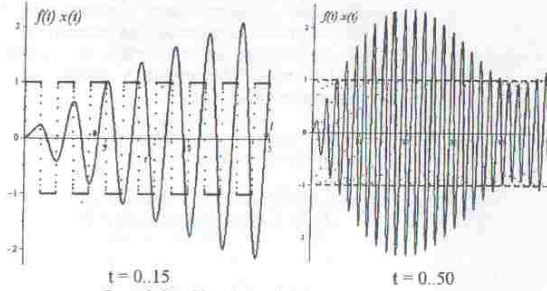


Рис. 6. Графіки функцій сили «меандрового» збудрення і одержаного розв'язку.

Варіант 3. Графік дії сили зовнішнього впливу має «комбінований» вигляд (рис. 7), описати який пропонується чи допомоги функції $f = \frac{1}{2}(1 + \tanh(100 \sin(\pi t)))(1 + \cos(\pi t)) - \cos(\pi t)$.

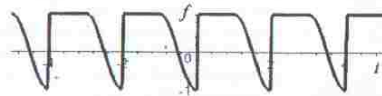


Рис. 7. «Комбінований» графік дії зовнішньої сили.

На рис. 8 наведено графіки функцій сили «комбінованого» збудрення і одержаного розв'язку.

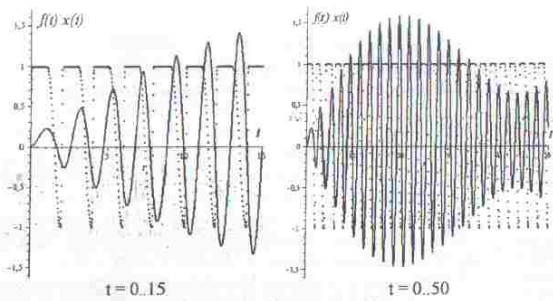


Рис. 8. Графіки функцій сили «комбінованого» збудрення і одержаного розв'язку.

Висновок. Розроблена програма дозволяє моделювати вимушені коливання вантажу залежно від функції зовнішнього впливу. Показано, що при великих значеннях t всі графіки мають однаковий характер, подібний зображеному праворуч на рис. 1. Це узгоджується з теоретичними результатами [5,6]. Тому розроблену Maple-програму можна взяти за основу при обчисленні вимушених коливань для опису процесів у коливальній системі конструкції ґрунтометательної машини. Адаже дія розпушувача ґрунту не залежатиме від складу ґрунту (переважно, піску), що суттєво впливає на характер функції зовнішнього впливу вимушених коливань зазначеної конструкції.

Література

1. Валдайский Н.П. Тушение лесных низовых пожаров способом метания грунта. Метод. Рекомендации. / Н.П. Валдайский, С.М. Вонский, А.Н. Чукичев. – Л.: ЛенНИИЛХ, 1977. – 33 с.
2. Семків О.М. Розрахунок робочого органа ланцюгового ґрунтометального механізму / О.М. Семків, В.М. Шатохін // Прикладна геометрія та інженерна графіка: міжвідомчий науково-технічний збірник. К.: КНУБА, 2011. – Вип. 87. – С. 303-312.
3. Семків О.М. Опис руху частки ґрунту по лопатці із профілем брахістохрони у полі відцентрових сил інерції / О.М. Семків, В.М. Шатохін, А.М. Попова // Геометричне та комп'ютерне моделювання: Збірник наукових праць. – Харків: ХДУХТ, 2012. – Вип. 30. – С. 190-200.
4. Семків О.М. Дослідження траєкторії руху частки ґрунту після її вильоту з робочої поверхні лопатки роторного ґрунтометальника /

- О.М. Семків, А.М. Попова // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2012. Вип. 4. – Т. 54. – С. 126-134.
5. Сивухин Д.В. Механика / Д.В.Сивухин – М.: Наука, 1989. – 576 с.
 6. Карлов Н.В. Колебания, волны, структуры / Н.В.Карлов, Н.А.Кириченко – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 496 с.
 7. Бутениш И.В. Теоретическая механика. Т.1-2 / И.В.Бутениш, Я.Д.Луниц, Д.Р.Меркин. – СПб: Лань, 2002. – 730 с.
 8. Поляхов Н.Н. Теоретическая механика / Н.Н.Поляхов. С.А. Зегжда, М.П. Юшков. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1985. – 536 с.
 9. Эксаревская М.Е. Введение в Maple и рассмотрение задач теоретической механики / М.Е.Эксаревская, А.С.Чеботарев, О.Г.Корольков - Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2008. – 42 с.
 10. Кирсанов М. Н. Maple и MapleT. Решения задач механики: Учебное пособие. / М. Н. Кирсанов – СПб.: Лань, 2012. – 512 с.
 11. Васильева Л.В. Компьютерное моделирование процессов с помощью систем компьютерной математики // Л.В.Васильева, О.А.Медведева, И.А.Гетьман. / Вісник ЛНУ ім. Т.Шевченка. – Луганськ, 2010. – № 1 (188). – С. 6-12

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫНУЖДЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ХАРАКТЕРА ДВИЖУЩИХ СИЛ

О.М. Семків

Аннотация – разработана maple-программа для исследования вынужденных колебаний системы в пределах теории малых колебаний и с разнообразными характерами графиков действий движущих сил внешнего влияния.

GEOMETRICAL MODELLING OF THE COMPELLED FLUCTUATIONS DEPENDING ON CHARACTER OF DRIVING FORCES

O. Semkiv

Summary

The maple-program for research compelled system fluctuation within the theory of small fluctuations and with various characters of schedules of actions of driving forces of external influence is developed.

УДК 515.14+551.58

ПОБУДОВА КОМПЛЕКСНИХ СОНЯЧНИХ КАРТ ЗА НОРМАТИВНИМИ КЛІМАТИЧНИМИ ДАНИМИ

Сергейчук О. В., д.т.н.

Київський національний університет будівництва і архітектури
Тел. 067- 985-02-91

Анотація – показується застосування апарату прикладної геометрії для відтворення відсутніх метеорологічних даних для побудови комплексних сонячних карт. У якості вихідних даних застосовуються кліматичні параметри, що наводяться у ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія», та сонячні карти з ДСТУ-Н Б В.2.2-27:2010 «Настанова з розрахунку інсоляції об'єктів цивільного призначення».

Ключові слова – добовий хід температури повітря, амплітуда коливання, ізоплети, інтерполяція.

Постановка проблеми. При проектуванні сонцезахисних пристроїв (СЗП) зручно використовувати комплексні сонячні карти, на яких відображені зони на небесній півсфері які дають бажану та небажану інсоляцію. Нанесення цих зон, зазвичай, проводиться на основі ізоплет температури від двох параметрів: день року та години доби. У зв'язку з відсутністю таких даних у відкритих джерелах та необхідністю обробки великого масиву кліматичної інформації до цього часу комплексні сонячні карти не знайшли широкого розповсюдження серед архітекторів. Це впливає на якість проектування СЗП та зниження енергоефективності будівель. Тому розроблення більш простого способу побудови зон сонячного перегріву (зона небажаної інсоляції) та опалення (зона бажаної інсоляції) є актуальною проблемою геометричного моделювання.

Аналіз основних досліджень. Метод побудови комплексних сонячних карт розроблений у [1]. Він базується на обробленні даних, отриманих на метеорологічних станціях. Такі карти побудовані для Києва та Ялти.

Аналогічні побудови зроблені у [2] для деяких міст Єгипту. Комплексна сонячна карта для Києва наводиться у ДСТУ-Н Б В.2.2-27:2010 [3].

Всі ці карти побудовані на основі погодинних значень температури.