

**РАЗРАБОТВАНЕ НА ГРАФИЧЕН ПОТРЕБИТЕЛСКИ
ИНТЕРФЕЙС ЗА ВИЗУАЛИЗАЦИЯ НА ПРИНУДЕНИ
НЕЗАТИХВАЩИ ТРЕПТЕНИЯ НА МАТЕРИАЛНА
ТОЧКА ПРИ КИНЕМАТИЧНО СМУЩЕНИЕ**

Г. Иванова¹, М. Георгиева²

Ключови думи: трептения, материална точка

Научна област: механика

РЕЗЮМЕ

В статията е представен разработен графичен потребителски интерфейс (GUI) в средата на Matlab за визуализация на принудени незатихващи трептения на точка, предизвикани от кинематично смущение. Програмният модул ползва аналитично изведеното уравнение на движение на база съставени динамичен и математичен модел на трептяща върху гладка равнина точка. Ползва се графичната среда Matlab/guide за създаване на графичния прозорец и разполагане на различните обекти в него. След това в програмен режим се задават стойности на тези обекти, в генерираните от програмната среда специални callback-функции. В описания в доклада GUI прозорец е разположена координатна система, ленти с плъзгачи за задаване на характеристиките на трептящата система, бутони за избор на линия и маркер на графиката и др. Показан е видът на прозореца с усреднени данни на физико-механичните характеристики на трептящата система, както и прозорец при данни, при които се реализира експериментално изследване на трептенията. Статията е част от група аналитични, числени и експериментални разработки, свързани с разкриването на нова динамична лаборатория в университета.

¹ Гургана Иванова, студентка, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София,
e-mail: gerito_931@abv.bg

² Моника Георгиева, студентка, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София,
e-mail: mon_93@abv.bg

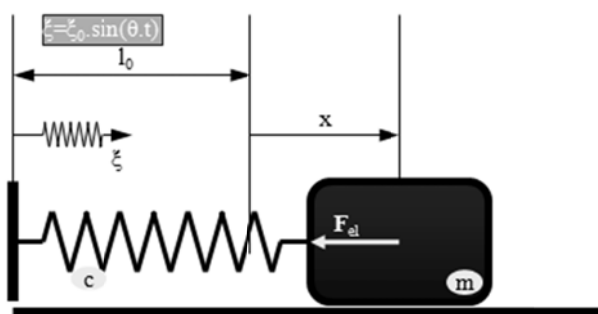
1. Въведение

От литературата по динамика като раздел на теоретичната механика са известни основните етапи на решението на обратната задача на динамиката на материална точка, а именно:

- съставяне на динамичен модел,
- създаване на математичен модел (диференциалните уравнения, описващи движението),
- решение на съставените диференциални уравнения,
- визуализация и анализ на резултатите,
- експериментална проверка на резултатите.

В лабораторията за числено и експериментално динамично моделиране към кат. "Техническа механика" е направен опит на едно място да се решават всичките изброени етапи. Разбира се, благодарение на аналитичната, хардуерно-софтуерната и експерименталната база тези етапи са увеличени до 10, като е обърнато по-сериозно внимание на четвъртия етап, който се решава по няколко атрактивни начина:

- съставяне на динамичен модел,
- създаване на математичен модел,
- аналитично решение на съставените диференциални уравнения,
- визуализация на аналитичното решение в средата на Matlab,
- числено решение и визуализация в средата на Matlab,
- числено решение и визуализация в средата на Simulink,
- анимация (Matlab),
- създаване на GUI (Graphical User Interface),
- цялостно решение на база метод на крайните елементи (Ansys),
- експериментално изследване.



Фиг. 1. Динамичен модел на принудени незатихващи трептения на материална точка – кинематично смущение

В настоящата статия се описва начинът за съставяне на GUI (Графичен потребителски интерфейс) за един елементарен динамичен проблем – изследване на принудените незатихващи трептения на материална точка при кинематични смущения. В статията е прието, че предишните етапи на решението на обратната задача на динами-

ката на принудените незатихващи трептения – създаване на динамичен модел, математичен модел, аналитично решение са завършени. Не е невъзможно обаче решението да не е извършено и то да се управлява от самият интерфейс.

Такова интерфейс приложение обаче ще се получи доста голямо и като програма и като екран и трудно би се описало в рамките на един доклад. По-завършени приложения са обект на по-нататъшна работа и ще бъдат представени на други научни форуми.

2. Динамичен и математичен модел и аналитично решение на принудените незатихващи трептения на материална точка

Динамичният модел е представен на фиг. 1 – материална точка с маса m трепти върху гладка хоризонтална равнина. Трептенето се поддържа от еластична пружина с коравина c . Неподвижния край на пружината извършва хармонично движение в синусов вид по зададен закон

$$\xi = \xi_0 \cdot \sin \theta t . \quad (1)$$

Диференциалното уравнение на този вид трептения е познато от обучението по дисциплините Теоретична механика и Динамично моделиране с Matlab/Simulink

$$\ddot{x} + \omega^2 \cdot x = \frac{c \cdot \xi_0}{m} \cdot \sin \theta t . \quad (2)$$

Аналитичното решение на уравнение (2) при нулеви начални условия е възможно и има вида

$$x = -\frac{\theta \cdot A}{\omega} \cdot \sin \omega t + A \cdot \sin \theta t . \quad (3)$$

Амплитудата A на втората хармоника от уравнение (3) може да се определи по формулата

$$A = \frac{c \cdot \xi_0}{m} \frac{1}{\omega^2 - \theta^2} = \frac{c \cdot \xi_0}{m} \frac{1}{\omega^2} \frac{1}{1 - \frac{\theta^2}{\omega^2}} = A_{st} \cdot \mu . \quad (4)$$

Ако се зададат входните данни за m , c , ξ_0 , θ може да се изобрази графиката на трептенето от формула (4). Както въвеждането на данни, така и визуализацията на решението е добре да бъдат в един прозорец - възможност която предлага програмната система Matlab чрез приложението GUI.

3. Създаване на графичен потребителски интерфейс за визуализация на принудени незатихващи трептения

Графичният потребителски интерфейс на дадено приложение е един или няколко графични прозореца, върху които са разположени управляващи елементи – бутони, превключватели ленти с плъзгачи, полета за въвеждане на данни, менюта, координатни оси и др.

Графичният интерфейс много напомня една интернет страница – всичко се управлява чрез мишка и някои от бутоните на клавиатурата.

Създаването на GUI включва два основни етапа:

- разполагане на управляващите елементи и координатни оси върху графичния прозорец,
- програмиране на събитията, които възникват при въздействие на потребителя върху даден бутон.

Създаването на GUI е възможно по два начина:

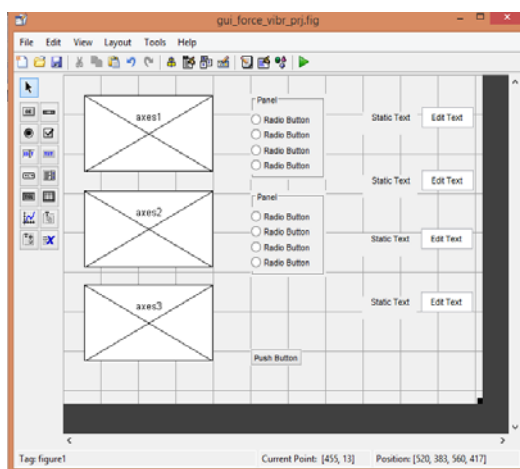
- програмен - с използване на специални графични функции,
- чрез графичната среда за интерфейс приложения – guide.

В докладът е приет втория начин за създаване на интерфейс за съответния вид трептения.

Работата по създаването на едно такова приложение чрез графичната среда guide се извършва в следната последователност

- планиране и скициране на външния вид на интерфейса,
- разполагане на обектите върху прозореца,
- задаване на свойства на обектите,
- попълване на автоматично създадените callback функции с необходимите оператори.

Един примерен проект на GUI, с произволно разположени обекти в прозореца му, подходящо за визуализация на принудени незатихващи трептения при получено аналитично решение е даден на фиг. 2.

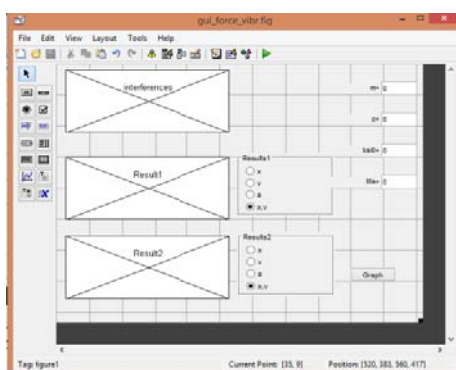


Фиг. 2. Първоначален проект на GUI за визуализация на принудени незатихващи трептения

Първоначалния проект за визуализация на принудените незатихващи трептения съдържа три координатни системи – една за визуализация на смущението и две за резултати. В два групови панела са разположени радио бутони за избор на визуализация на резултатите. В подходящо място от прозореца на GUI приложението са разположени 4 обекта тип *Static text* за подсещане за данните, които трябва да се въведат в други 4 полета, обекти тип *Edit text*. На произволно място се поставя и един *Push button*, който ще се ползва за стартиране на визуализацията.

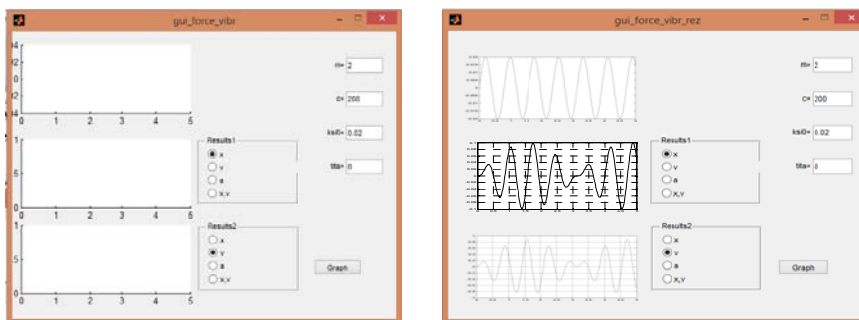
При първоначалния проект обектите са със зададени по подразбиране надписи и свойства. Затова следващата стъпка е подравняване на обектите, промяна на надписите им и задаване на свойствата на обектите. Най-накрая предстои най-трудната част – попълване на автоматично генерираните callback функции с отделни оператори за да изпълняват обектите напълно своето предназначение. Такъв обработен проект на GUI със зададени произволни данни, готов за стартиране е показан на фиг. 3.

След записване на проекта във файл с разширение *fig* следва тестване на приложението чрез натискане на зеления бутон (*run figure*). Приложението вече отваря работен прозорец, където се попълват полетата с данни и се избират предложените радио бутони за избор на визуализация. След натискане на push бутона *graph* в прозорците за визуализация се появяват трите графика, подредени една под друга – на първата се вижда смущението, което е предизвикало принудените трептения, а на втората и третата избраните от нас кинематични характеристики за визуализация.



Фиг. 3. Проект на GUI за визуализация на принудени незатихващи трептения

На фиг. 4 са дадени прозорците на приложението преди и след натискане на бутона *graph*.



Фиг. 4. GUI приложение за визуализация на принудени незатихващи трептения

4. Заключение

Приложението, показано в статията използва само минимална част от възможностите на програмната система Matlab за визуализация на резултати.

Статията представя част от работата на авторите по курсовата си работа по дисциплината "Динамично моделиране с Matlab/Simulink". Той заедно с група студентски

и докторантски доклади е свързан с попълването на аналитичната и софтуерната база на лабораторията за числено и експериментално динамично моделиране, която ще бъде открита в университета през ноември 2014 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Павлов, П., С. Лилкова-Маркова, Б. Наков, Ю. Кехайова, Я. Данчева. Комбинирано механоматическо и числено изследване трептенията на материална точка. Годишник на УАСГ, Vol. XLV, 2011/2012, стр. 199-211.
2. Павлов, П., С. Лилкова-Маркова, Б. Наков, Ю. Кехайова, Я. Данчева. Числена и експериментална верификация на механо-математичните модели на праволинейните трептения на материална точка. Годишник на УАСГ, Vol. XLV, 2012/2013, с. 199-211.
3. Йорданов, Й. Matlab 7 – Преобразования, изчисления, визуализации – част 3. Техника, С., 2009, 333 с.
4. Павлов, П. Учебна програма по избираема дисциплина „Динамично моделиране с MatLab/Simulink“. Свितък учебни програми, Хидротехнически факултет, 2014.

DEVELOPING A GRAPHICAL USER INTERFACE FOR PREVIEW OF THE FORCED UNDAMPED VIBRATIONS OF A PARTICLE IN KINEMATIC INTERFERENCE

G. Ivanova¹, M. Georgieva²

Keywords: vibration, particle

Research area: mechanics

ABSTRACT

This paper presents designed graphical user interface (GUI) in the field of Matlab for visualization of the forced undamped vibrations of a particle, caused by kinematic interference. The program module uses analytically derived equation of motion on the basis of dynamic and mathematical models of a particle vibrating on a smooth plane. The graphical medium Matlab/guide is used to create a graphical window and to locate various objects in it. Then, in programming mode, values of those objects are assigned in the special callback-functions, generated by the program. In the GUI window, described in the report, a coordinate system, scrollbars to set the characteristics of the vibrating system, buttons to select the line and a marker of the graphics, etc are located. The window with the average data of the physical and mechanical characteristics of the vibrating system, as well as the window with the data with which an experimental investigation of the vibrations is realized, are shown. Research in the report is part of a group of analytical, numerical and experimental studies related to the establishment of a new dynamic lab at the university.

¹ Gergana Ivanova, student, UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: gerito_931@abv.bg

² Monika Georgieva, student, UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: mon_93@abv.bg