

თეორიული მექანიკის სწავლება საინფორმაციო-საკომუნიკაციო ტექნოლოგიების გამოყენებით

ლილა ბერიძე, დავით გორგიძე, რუსუდან გოგიბერიძე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

განიხილება თეორიული მექანიკის დისციპლინის სწავლების მეთოდების სრულყოფის საკითხები საინფორმაციო-საკომუნიკაციო ტექნოლოგიების ინტენსიური გამოყენების საფუძველზე. თანამედროვე უმაღლესი განათლების დაწესებულებათა სასწავლო პროცესში დღეს ფართოდ გამოიყენება საინფორმაციო და საკომუნიკაციო ტექნოლოგიები. თეორიული მექანიკა ზოგადი საიჟინრო დისციპლინების აუცილებელი თეორიული საფუძველია, რომელიც მოიცავს: მასალათა გამძლეობას, მანქანის ნაწილებს, ჰიდრავლიკას, რხევათა თეორიას და სხვა. ნაშრომში წარმოდგენილია ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა ციკლის ერთ-ერთი ფუნდამენტური, ზოგადი სამეცნიერო დისციპლინის, თეორიული მექანიკის სწავლების საკითხი საინფორმაციო-საკომუნიკაციო ტექნოლოგიების გამოყენებით.

საკვანძო სიტყვები: საინფორმაციო-საკომუნიკაციო ტექნოლოგიები. სლაიდ-ლექცია. მოძრაობის განტოლება. წერტილის ტრაექტორია. მხები და ნორმალური აჩქარება. საგნობრივად-ორიენტირებული გარემო. კინეტიკური მახასიათებლები.

1. შესავალი

ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა ციკლის ერთ-ერთი ფუნდამენტალური ზოგადსამეცნიერო დისციპლინის წარმომადგენელია თეორიული მექანიკა, რომელიც ამავე დროს, მათემატიკისაგან განსხვავებით ტექნიკის სამეცნიერო საძირკვლის ერთ-ერთი მთავარი შემადგენელი ნაწილია.

თეორიული მექანიკის ამოცანებია: გააცნოს სტუდენტებს თეორიული და ექსპერიმენტული კვლევების ძირითადი მეთოდები; შეასწავლოს სტუდენტებს მათემატიკური მეთოდები; რომ სტუდენტები დაეუფლონ უწყვეტი გარემოს მექანიკის საფუძვლებს; შეეძლოთ მიღებული ცოდნა გამოიყენონ ფიზიკური მოდელების შესაქმნელად, გამოყენებითი ამოცანების ამოსახსნელად. სასწავლო კურსისათვის გამოყოფილი კრედიტების რაოდენობით ზემოთ დასმული ამოცანებისა და მიზნების გადაწყვეტა საკმაოდ პრობლემატურია და შეიძლება ითქვას, რომ საეჭვოცაა.

2. ძირითადი ნაწილი

კომპიუტერული ტექნოლოგიების გამოყენება საშუალებას იძლევა, რომ ეს პრობლემა დადებითად გადაწყდეს, რადგან შესაძლებელია მათი ეფექტურად გამოყენება სასწავლო პროცესში. კერძოდ, თეორიული მასალის გადაცემისას, სტუდენტების დამოუკიდებელი შემოქმედებით მუშაობისათვის, მიღებული ცოდნის დონის შეფასებისათვის, სასწავლო პროცესის შედეგების კორექციისათვის. ინფორმაციის გადაცემისას არამარტო პედაგოგის ზეპირმეტყველება არსებითი, არამედ სხვადასხვა თვალსაჩინო საშუალებებიც. თანამედროვე საინფორმაციო საშუალებებს გააჩნიათ ყველა აუცილებელი ინსტრუმენტები სასწავლო პროცესის ეფექტურად ჩატარებისათვის. ამასთან ერთად ისიც უნდა აღინიშნოს, რომ სასწავლო ტექნიკური საშუალებები ძირითადი კი არაა, არამედ დამხმარე საშუალებებია.

კომპიუტერული სასწავლო საშუალებებია: ელექტრონული სახელმძღვანელოები; ვიდეო-ლექციები; კომპიუტერული მაკონტროლებელი პროგრამები; სასწავლო დანიშნულების მონაცემთა ბაზები და ცნობარები; ამოცანათა კრებულები და მაგალითების გენერატორები (სიტუაციების); საგნობრივად-ორიენტირებული გარემო; სხვადასხვა სახის ცოდნის მხარდამჭერი კომპიუტერული ილუსტრაციები. საბუნებისმეტყველო ციკლის საგნების სწავლებისას ინფორმაციული ტექნოლოგი-

ების გამოყენება დაფუძნებულია გამოთვლითი საშუალებების ფართო შესაძლებლობებზე, კომპიუტერულ სასწავლო პროგრამებზე და კომპიუტერულ ქსელებზე.

როგორც უკვე აღინიშნა, თეორიული მექანიკის სასწავლო მასალის გადაცემისას შესაძლებელია ინფორმაციული ტექნოლოგიების გამოყენება. ლექცია – უმაღლეს სასწავლებელში ტრადიციული ფორმაა. ლექციებზე თანამედროვე სადემონსტრაციო საშუალებების გამოყენებამ უნდა გაზარდოს სტუდენტების ინტერესი შესასწავლი მასალისადმი, გაუმაზვილოს ყურადღება, გაუძლიეროს მოსმენილი მასალის უკეთ აღქმის უნარი. აგრეთვე დაეხმაროს მოსმენილი ლექციის შინაარსის დამახსოვრებაში. ამგვარად, ლექციებზე მულტიმედიური საშუალებების გამოყენება გაზრდის როგორც სწავლების ხარისხს, ასევე სტუდენტის ინტერესს.

კომპიუტერს განსაკუთრებული ადგილი უკავია ლაბორატორიულ და პრაქტიკულ მეცადინეობებზე, სადაც წინა პლანზეა წამოწეული კონკრეტული მექანიკური სისტემები და მათი ურთიერთქმედებების საკითხები. მაგალითად, „მრავალგანზომილებიანი მექანიკური სისტემების მცირე რხევები“ თემის შესწავლისას აუცილებელია ვექტორული ან მატრიცული ფორმით ჩაწერილი მოძრაობის დიფერენციალური განტოლებების ამოხსნა. ეს კი საკმაოდ შრომატევადი პროცესია.

კომპიუტერული ტექნოლოგიების გამოყენება მნიშვნელოვნად ამარტივებს მოცემულ ამოცანას, ამცირებს დროს, ხოლო მცირე ანიმაცია კი ცვლის მიღებული ამონახსნის ხანგრძლივი ანალიზისა და მისი ფიზიკური ინტერპრეტაციის პროცესს. კომპიუტერული ვიზუალიზაცია საშუალებას იძლევა წარმოვადგინოთ დინამიკური, დროითი და სივრცითი ცვლილებები, როგორც რეალური, ასევე ვირტუალური ობიექტების, პროცესების, მოვლენების, აგრეთვე მათი მოდელებიც.

ნებისმიერი ამოცანის ამოსახსნელად საჭიროა შესრულდეს გარკვეულ მოქმედებათა ერთობლიობა. საილუსტრაციოდ განვიხილოთ სტატიკის ერთ-ერთი ამოცანა.

ამოცანის ამოხსნის ალგორითმმა ბაკალავრს უნდა შეასწავლოს ამ მოქმედებათა დაგეგმვა და რეალიზაცია, რომელზეც არის დამოკიდებული ამოცანის წარმატებულად ამოხსნა (ნახ.1).

PowerPoint რედაქტორის დახმარებით შექმნილი პრეზენტაცია არის სლაიდ-ლექციის საფუძველი. მისი უპირატესობა არის ის, რომ ამოცანის ამოხსნის მეთოდის ათვისება ბაკალავრის მიერ ხდება ნაბიჯ-ნაბიჯ, ამოხსნის ალგორითმის დახმარებით. ამასთან შესაძლებელია ყოველი სლაიდის შევსება თანდათანობით. ამისათვის გამოიყენება სხვადასხვა ობიექტი. რთული ნახაზების აგება ეტაპობრივია და ანიმაციის დახმარებით იქმნება მოძრაობის იმიტაცია და ა.შ. (ნახ.2-9).

ამ მიდგომისათვის მთავარია, რომ ამოხსნის პროცესი დეტალიზებულია და შედგება იმ მარტივი ოპერაციებისაგან, რომლებიც გამოვლენილია სხვადასხვა ამოცანათა კრებულებში შესული ამოცანების ანალიზის შედეგად [1-2].

3. ამოცანა

განვსაზღვროთ M წერტილის მოძრაობის განტოლებების მიხედვით კინემატიკური მახასიათებლები [3].

M წერტილის მოძრაობის განტოლებებია:

$$x(t) = 3\cos\omega t \text{ [სმ]}, \quad y(t) = 2\sin\omega t \text{ [სმ]}, \quad \omega = \pi \text{ [სმ}^{-1}\text{]}$$

ვიპოვოთ M წერტილის ტრაექტორია, სიჩქარე, აჩქარება, მხები და ნორმალური აჩქარება და სიმრუდე, როცა $t = \frac{1}{3}$ წმ.

სტრუქტურული მონაცემების აღწერა

1. კვლევის უბანი
2. კვლევის უბანი
3. კვლევის უბანი
4. კვლევის უბანი
5. კვლევის უბანი
6. კვლევის უბანი
7. კვლევის უბანი

ერთი სხეულის წონასწორობის ამოცანის ამოხსნის ალგორითმი

1. გამოვყოთ სხეული, რომლის წონასწორობასაც ვიხილავთ.
2. სხეულს მოვდით ყველა აქტიური ძალები.
3. სხეული გავათავისუფლოთ ბმებისაგან და მათ მაგივრად მოვდით რეაქციის ძალები.
4. გაავრცვიოთ როგორი ძალთა სისტემა მოქმედებს სხეულზე და შევარჩიოთ შესაბამისი წონასწორობის პირობები.
5. შევამოწმოთ არის თუ არა ამოცანა სტატიკურად განსაზღვრული (რკვევადი).
6. ამოხსნათ მიღებული განტოლებათა სისტემა და ვიპოვოთ საძიებელი სიდიდეები.
7. შევამოწმოთ მიღებული ამონახსნები(ამოხსნის კონტროლი).

ნახ.1. ლაბორატორიული პრაქტიკუმის პრეზენტაციის ფანჯარა

სტრუქტურული მონაცემების აღწერა

1. კვლევის უბანი
2. კვლევის უბანი
3. კვლევის უბანი
4. კვლევის უბანი
5. კვლევის უბანი
6. კვლევის უბანი
7. კვლევის უბანი

ამოცანა 1

კვლევაში ჩამატებული ერთგვაროვანი AB ძელი დატვირთულია: AB უბანზე წრფივად განაწილებული $q_{max} = 12.6/3$ - ზე ინტენსივობის დატვირთვით; BC უბანზე თანაბრად განაწილებული $q = 10.6/3$ - ზე ინტენსივობის დატვირთვით; P= 185 სილიის ძალით, რომელიც ძელოდან ადგენს $\alpha=60^\circ$ -იან კუთხეს და M= 185მ მომენტის მქონე წვეილძალით; განსაზღვრეთ ჩამატების რეაქცია.

ნახ.2. ლაბორატორიული პრაქტიკუმის პრეზენტაციის ფანჯარა

სტრუქტურული მონაცემების აღწერა

1. კვლევის უბანი
2. კვლევის უბანი
3. კვლევის უბანი
4. კვლევის უბანი
5. კვლევის უბანი
6. კვლევის უბანი
7. კვლევის უბანი

1(0) ამოცანის ამოხსნა

1. ამოცანაში განვიხილავთ ძელის წონასწორობას.
2. მოცემული (აქტიური) ძალებია: q და P ტოლქმედის მქონე განაწილებული ძალები; P ძალა და M მომენტის მქონე წვეილძალი.
3. ბმების რეაქციები: A წერტილში - A ძალები და A მომენტის მქონე წვეილძალი.
4. სხეულზე მოდებულია ბრტყელ ძალთა სისტემა. წონასწორობის განტოლებებს აქვთ შემდეგი სახე:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n X_i = 0; \\ \sum_{i=1}^n Y_i = 0; \\ \sum_{i=1}^n L_i = 0. \end{cases}$$

გვაქვს სამი უცნობი და სამი უცნობი რეაქცია. ე.ი. ამოცანა სტატიკურად განსაზღვრულია.

ნახ.3. ლაბორატორიული პრაქტიკუმის პრეზენტაციის ფანჯარა

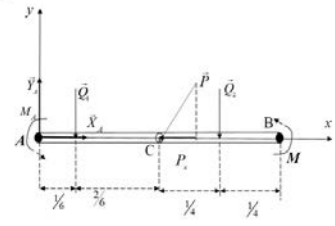
სლაიდები

1. პრობლემა/შედეგის მიხედვით ამოხსნა
2. პრობლემა/შედეგის მიხედვით ამოხსნა
3. პრობლემა/შედეგის მიხედვით ამოხსნა
4. პრობლემა/შედეგის მიხედვით ამოხსნა

1(1) ამოცანის ამოხსნა

6. ყველა ძალა დავაგეგმილით დეკარტის კოორდინატა სისტემის Ax ღერძზე.

$$Y_{Ax} = 0; X_{Ax} = X_A; Q_{1x} = 0; Q_{2x} = 0; P_x = -P \cdot \cos \alpha;$$

$$\sum_{i=1}^n X_i = 0 + X + 0 + 0 + 0 + 0 - P \cdot \cos \alpha = 0;$$


ნახ.4. ლაბორატორიული პრაქტიკუმის პრეზენტაციის ფანჯარა

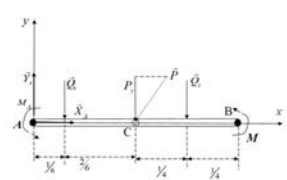
სლაიდები

1. პრობლემა/შედეგის მიხედვით ამოხსნა
2. პრობლემა/შედეგის მიხედვით ამოხსნა
3. პრობლემა/შედეგის მიხედვით ამოხსნა
4. პრობლემა/შედეგის მიხედვით ამოხსნა

1(2) ამოცანის ამოხსნა

7. ყველა ძალა დავაგეგმილით დეკარტის კოორდინატა სისტემის Ay ღერძზე.

$$Y_{Ay} = Y_A; X_{Ay} = 0; Q_{1y} = -Q_1; Q_{2y} = -Q_2; P_y = -P \cdot \sin \alpha;$$

$$\sum_{i=1}^n Y_i = Y_A + 0 - Q_1 - Q_2 + 0 + 0 - P \cdot \sin \alpha = 0;$$


ნახ.5. ლაბორატორიული პრაქტიკუმის პრეზენტაციის ფანჯარა

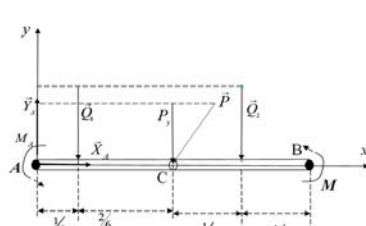
სლაიდები

1. პრობლემა/შედეგის მიხედვით ამოხსნა
2. პრობლემა/შედეგის მიხედვით ამოხსნა
3. პრობლემა/შედეგის მიხედვით ამოხსნა
4. პრობლემა/შედეგის მიხედვით ამოხსნა

1(3) ამოცანის ამოხსნა

7. გამოვთვალოთ ყველა ძალის მომენტი A წერტილის მიმართ.

$$\sum_{i=1}^n L_i(\vec{F}_i) = M_A + 0 + 0 - \frac{l}{6} Q_1 - \frac{l}{2} P \cdot \sin \alpha - \frac{3l}{4} Q_2 + M = 0;$$



$$L_A(\vec{X}_A) = 0;$$

$$L_A(\vec{Y}_A) = 0;$$

$$L_A(\vec{P}) = -P \cdot \frac{l}{2} \cdot \sin \alpha;$$

$$L_A(\vec{Q}_1) = -Q_1 \cdot \frac{l}{6};$$

$$L_A(\vec{Q}_2) = -Q_2 \cdot \left(\frac{l}{2} + \frac{l}{4} \right) = -Q_2 \cdot \frac{3l}{4};$$

ნახ.6. ლაბორატორიული პრაქტიკუმის პრეზენტაციის ფანჯარა

1(4) ამოცანის ამოხსნა
ამოხსნათ მიღებული განტოლებათა სისტემას

$$\sum_{i=1}^n X_i = 0 + X + 0 + 0 + 0 + 0 - P \cdot \cos \alpha = 0; \Rightarrow X_A = P \cdot \cos \alpha = 18 \cdot \frac{1}{2} = 9[6];$$

$$\sum_{i=1}^n Y_i = Y_A + 0 - Q_1 - Q_2 + 0 + 0 - P \cdot \sin \alpha = 0;$$

$$Q_1 = \frac{q_{\max} \cdot l}{2} = \frac{12 \cdot 3}{2} = 18[6]; \quad Q_2 = q \cdot \frac{l}{2} = 10 \cdot 3 = 30[6];$$

$$Y_A = Q_1 + Q_2 + P \cdot \sin \alpha = 18 + 30 + 18 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 48 + 9\sqrt{3}[6].$$

ნახ.7. ლაბორატორიული პრაქტიკუმის პრეზენტაციის ფანჯარა

1(5) ამოცანის ამოხსნა

$$\sum_{i=1}^n L_i(\vec{F}_i) = M_A + 0 + 0 - \frac{l}{6} Q_1 - \frac{l}{2} P \cdot \sin \alpha - \frac{3l}{4} Q_2 + M = 0;$$

$$M_A = P \cdot \frac{l}{2} \cdot \sin \alpha + \frac{l}{6} Q_1 + \frac{3l}{4} Q_2 - M =$$

$$= 18 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 3 + 18 + \frac{18}{4} \cdot 30 - 6 =$$

$$= 27 \cdot \sqrt{3} + 18 + 135 - 6 = 27 \cdot \sqrt{3} + 147[6].$$

ნახ.8. ლაბორატორიული პრაქტიკუმის პრეზენტაციის ფანჯარა

1(5) ამოცანის ამოხსნა
ამოცანის ამოხსნის სისწორე შევამოწმოთ განტოლებით, რომელიც არ გამოვიყენებთ ამოცანის ამოხსნისას:

$$\sum_{i=1}^n L_B(\vec{F}_i) = 0;$$

გამოვთვალოთ ყველა ძალის მომენტი B წერტილის მიმართ:

$$L_B(X_A) = 0; \quad L_B(Y_A) = -Y_A \cdot l; \quad L_B(P) = P \cdot \frac{l}{2} \cdot \sin \alpha;$$

$$L_B(Q_1) = Q_1 \cdot \frac{5l}{6}; \quad L_B(Q_2) = Q_2 \cdot \frac{l}{4};$$

$$\sum_{i=1}^n L_B(\vec{F}_i) = M_A + 0 - Y_A \cdot l + \frac{5l}{6} Q_1 + \frac{l}{2} P \cdot \sin \alpha + \frac{l}{4} Q_2 + M = 0;$$

$$27\sqrt{3} + 147 - 6 \cdot (48 + 9\sqrt{3}) + \frac{6}{2} \cdot 18 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{5 \cdot 6}{6} \cdot 18 + \frac{6}{4} \cdot 30 + 6 = 0;$$

$$0 = 0$$

ნახ.9. ლაბორატორიული პრაქტიკუმის პრეზენტაციის ფანჯარა

ამოცანის ამოხსნა:

წერტილის ტრაექტორიის მოსაძებნად მოცემული განტოლებებიდან გამოვიცხოთ t . ამისათვის განტოლებებიდან პირველი განტოლება გავყოთ 3-ზე, მეორე 2-ზე. მიღებული განტოლებები ავიყვანოთ კვადრატში და შევკრიბოთ, მივიღებთ

$$\frac{x}{3} = \cos \omega t, \quad \frac{y}{2} = \sin \omega t, \quad \frac{x^2}{3^2} + \frac{y^2}{2^2} = 1.$$

ამრიგად, ტრაექტორია ელიფსია, რომლის ცენტრი კოორდინატთა სათავეშია, $a=3$ და $b=2$ ნახევარღერძებით.

ვიპოვოთ წერტილის ვექტორული სიჩქარის გვეგმილები, მისი სიდიდე და მიმართულება დროის ნებისმიერი მომენტისთვის, ასევე როცა $t = t_1$.

$$v_x = \frac{dx}{dt}, \quad v_y = \frac{dy}{dt},$$

$$v_x = -3\pi \sin \pi t, \quad v_y = 2\pi \cos \pi t$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2},$$

ვექტორული სიჩქარის მიმართულება არის:

$$\cos \alpha = \frac{v_x}{v}, \quad \cos \beta = \frac{v_y}{v}$$

საიდანაც

$$\alpha = \arccos \frac{v_x}{v}, \quad \beta = \arccos \frac{v_y}{v}.$$

ვიპოვოთ წერტილის ვექტორული გვეგმილები, მისი სიდიდე და მიმართულება დროის ნებისმიერ მომენტისათვის, ასევე როცა $t = t_1$

$$w_x = \frac{d^2x}{dt^2}, \quad w_y = \frac{d^2y}{dt^2}, \quad w = \sqrt{w_x^2 + w_y^2}.$$

$$w_x = -3\cos \pi t \cdot \pi^2, \quad w_y = -2\sin \pi t \cdot \pi^2, \quad w = \pi^2 \sqrt{5 \cos^2 \pi t + 4}.$$

ვექტორულ აჩქარების მიმართულება ასეთია:

$$\cos \alpha_1 = \frac{w_x}{w}, \quad \cos \beta_1 = \frac{w_y}{w}$$

საიდანაც

$$\alpha_1 = \arccos \frac{w_x}{w}, \quad \beta_1 = \arccos \frac{w_y}{w}.$$

გამოვთვალოთ წერტილის მხები აჩქარება დროის ნებისმიერი მომენტისათვის, ასევე $t = t_1$. სთვის

$$w_\tau = \frac{v_x w_x + v_y w_y}{v}.$$

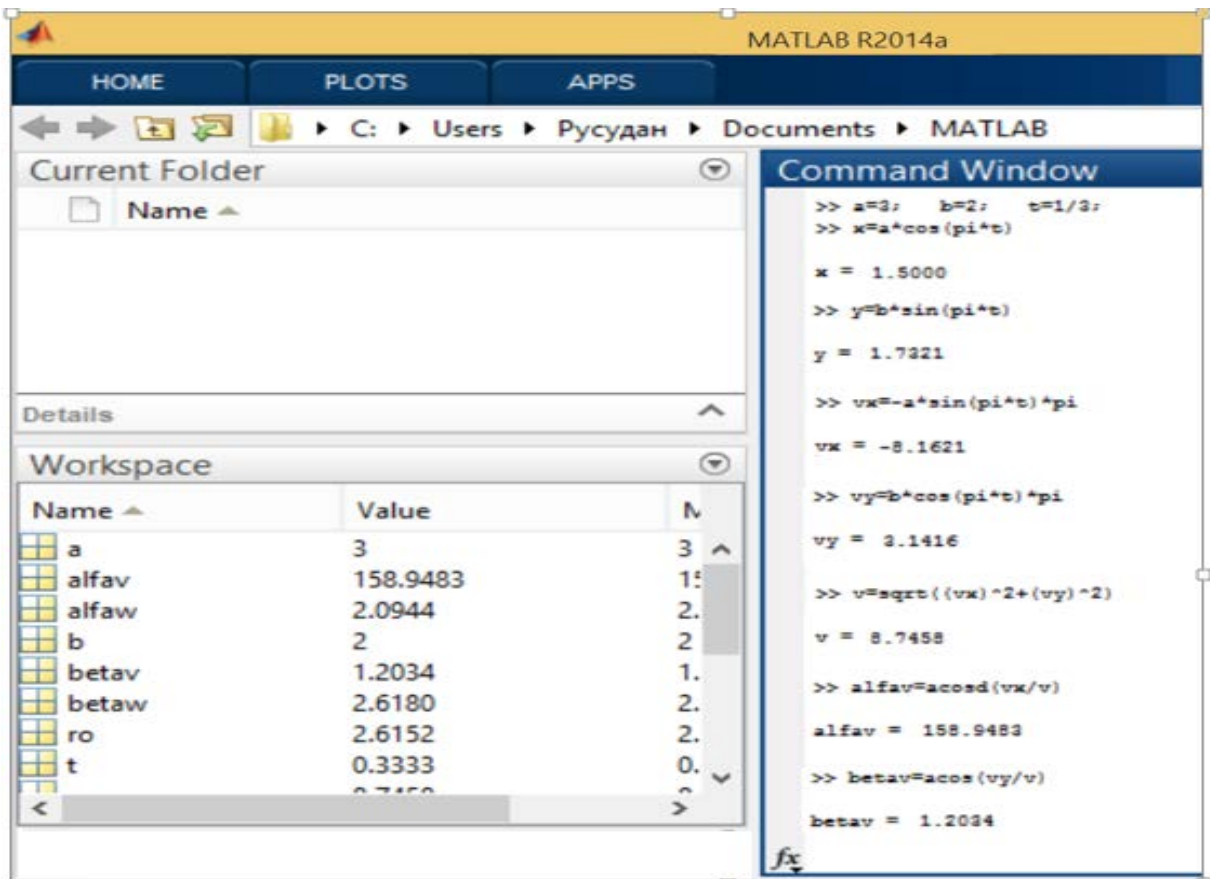
ვიპოვოთ წერტილის ნორმალური აჩქარება დროის ნებისმიერი მომენტისთვის, ასევე $t = t_1$. ს - თვის.

$$w_n = \sqrt{w^2 - w_\tau^2}$$

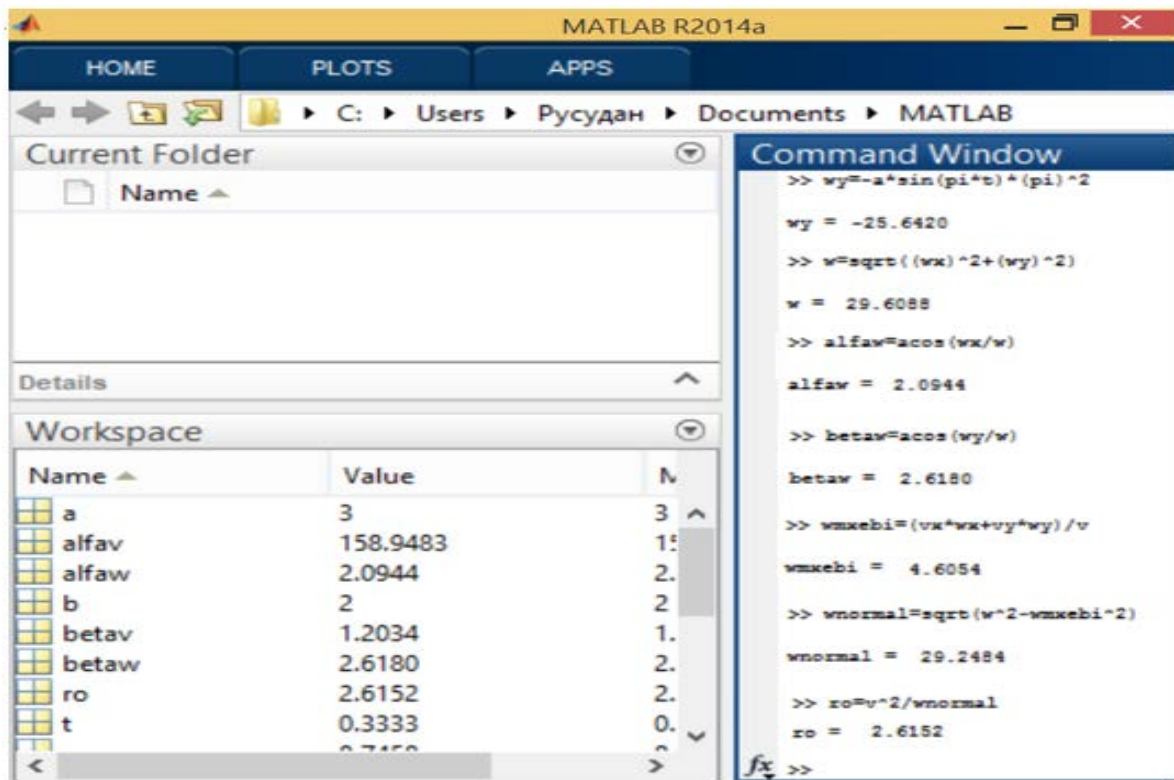
გამოვთვალოთ ტრაექტორიის სიმრუდე დროის ნებისმიერი მომენტისთვის და $t = t_1$.-სთვის

$$\rho = \frac{v^2}{w_n}.$$

ვაჩვენოთ ამ ამოცანის ამოხსნა MatLab კომპიუტერულ პაკეტში (ნახ.10-11) [4].



ნახ.10



ნახ.11

იგივე ამოცანა [0,2] შუალედის 10 ტოლ ნაწილად დაყოფის შემთხვევაში იქნება შედეგი სახის (ნახ.12-13):

MATLAB R2014a

HOME PLOTS APPS

C:\Users\Русудан\Documents\MATLAB

Current Folder

Command Window

```

>> a=3; b=2; t=linspace(0,2,10)
t =
    0    0.2222    0.4444    0.6667    0.8889    1.1111    1.3333    1.5556    1.7778    2.0000

>> x=a.*cos(pi.*t)
x =
    3.0000    2.2981    0.5209   -1.5000   -2.8191   -2.8191   -1.5000    0.5209    2.2981    3.0000

>> y=b.*sin(pi.*t)
y =
    0    1.2856    1.9696    1.7321    0.6840   -0.6840   -1.7321   -1.9696   -1.2856   -0.0000

>> vx=-a.*sin(pi.*t).*pi
vx =
    0   -6.0581   -9.2816   -8.1621   -3.2235    3.2235    8.1621    9.2816    6.0581    0.0000

>> vy=b.*cos(pi.*t).*pi
vy =
    6.2832    4.8132    1.0911   -3.1416   -5.9043   -5.9043   -3.1416    1.0911    4.8132    6.2832

>> v=sqrt((vx).^2+(vy).^2)
v =
    6.2832    7.7374    9.3455    8.7458    6.7269    6.7269    8.7458    9.3455    7.7374    6.2832

>> alfav=acosd(vx./v)
alfav =
    90.0000    141.5328    173.2956    158.9483    118.6326    61.2674    21.0517    6.7044    38.4672    90.0000
    
```

Workspace

Name	Value	N
a	3	3
alfav	[90 141.5328 173.2956... 6.	6.
alfaw	[3.1416 2.4435 1.7453 ... 0.	0.
b	2	2
betav	[0 0.8994 1.4538 1.938... 0	0
betaw	[1.5708 2.2689 2.9671 ... 0.	0.
ro	[1.3333 2.0636 2.9546 ... 1.	1.
t	[0 0.2222 0.4444 0.666... 0	0

6.6.12

MATLAB R2014a

HOME PLOTS APPS

C:\Users\Русудан\Documents\MATLAB

Current Folder

Command Window

```

>> wy=-a.*sin(pi.*t).*(pi).^2
wy =
    0   -19.0322   -29.1590   -25.6420   -10.1268    10.1268    25.6420    29.1590    19.0322    0.0000

>> w=sqrt((wx).^2+(wy).^2)
w =
    29.6088    29.6088    29.6088    29.6088    29.6088    29.6088    29.6088    29.6088    29.6088    29.6088

>> alfaw=acosd(wx./w)
alfaw =
    3.1416    2.4435    1.7453    1.0472    0.3491    0.3491    1.0472    1.7453    2.4435    3.1416

>> betaw=acosd(wy./w)
betaw =
    1.5708    2.2689    2.9671    2.6180    1.9199    1.2217    0.5236    0.1745    0.8727    1.5708

>> wmxebi=(vx.*wx+vy.*wy)./v
wmxebi =
    0    5.9196    1.7021   -4.6054   -4.4442    4.4442    4.6054   -1.7021   -5.9196   -0.0000

>> wnormal=sqrt(v.^2-wmxebi.^2)
wnormal =
    29.6088    29.0110    29.5598    29.2484    29.2734    29.2734    29.2484    29.5598    29.0110    29.6088

>> ro=v.^2./wnormal
ro =
    1.3333    2.0636    2.9546    2.6152    1.5458    1.5458    2.6152    2.9546    2.0636    1.3333
    
```

Workspace

Name	Value	N
a	3	3
alfav	[90 141.5328 173.2956... 6.	6.
alfaw	[3.1416 2.4435 1.7453 ... 0.	0.
b	2	2
betav	[0 0.8994 1.4538 1.938... 0	0
betaw	[1.5708 2.2689 2.9671 ... 0.	0.
ro	[1.3333 2.0636 2.9546 ... 1.	1.
t	[0 0.2222 0.4444 0.666... 0	0

6.6.13

4. დასკვნა

თეორიული მექანიკა აუცილებელი თეორიული საფუძველია ისეთი ზოგადსაინჟინრო დისციპლინებისათვის, როგორცაა მასალათა გამძლეობა, მექანიზმებისა და მანქანების თეორია, მანქანათა ნაწილები, ჰიდრავლიკა, რხევათა თეორია და ა.შ. თეორიული მექანიკის შესწავლამ მომავალ სპეციალისტს უნდა მისცეს ცოდნის ის ფუნდამენტური მინიმუმი, რომლის დახმარებითაც მას შეეძლება დამოუკიდებლად აითვისოს ყველა ის ახალი მეთოდი, რაც შეიძლება მას შეხვდეს შემდგომი სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის პროცესში. კომპიუტერული ტექნოლოგიების გამოყენება საშუალებას იძლევა, რომ ეს პრობლემა დადებითად გადაწყდეს, რადგან შესაძლებელია მათი ეფექტურად გამოყენება სასწავლო პროცესში. საბუნებისმეტყველო ციკლის საგნების სწავლებისას ინფორმაციული ტექნოლოგიების გამოყენება დაფუძნებულია გამოთვლითი საშუალებების ფართო შესაძლებლობებზე, კომპიუტერულ სასწავლო პროგრამებზე და კომპიუტერულ ქსელებზე. ამრიგად, თეორიული მექანიკის სასწავლო მასალის გადაცემისას მიზანშეწონილია ინფორმაციული ტექნოლოგიების გამოყენება.

ლიტერატურა:

1. Волошина М.С. (2011). Проблемы обучения естественно-научным дисциплинам с использованием информационных технологий в ВШ. „Молод.ученый“, №4.т.2, ст.76–78.
2. Пархоменко Е.И. (2012). Применение современных информационных технологий в обучении студентов техническим дисциплинам. „Проблемы и перспективы развития образования“, мате. II междуна. научной конф. Пермь. „Меркурий“, ст. 151–153.
3. გორგიძე ა. (1968). თეორიული მექანიკის კურსი. წიგნი-I. სტუ. თბილისი.
4. ბერიძე ლ., გოგიბერიძე რ., კაჭახიძე მ. (2014). MATLAB-ი სტუდენტებისათვის. სტუ. „ტექნიკური უნივერსიტეტი“. თბილისი.

TEACHING THEORETICAL MECHANICS USING INFORMATION & COMMUNICATION TECHNOLOGIES

Beridze Lida, Gorgidze David, Gogiberidze Rusudan
Georgian Technical University

Summary

The article discusses topics of improving the methods of teaching theoretical mechanics discipline based on intensified use of information and communications technologies in daily life. Modern higher educational institutions widely use information and communications technologies in teaching processes. Theoretical mechanics is considered as an essential theoretical background of general engineering disciplines including material durability, car parts, hydraulics, wave theory and so on. The work is about the issue of teaching theoretical mechanics, one of the fundamental, general scientific disciplines of physics-mathematics using the technologies mentioned above

ИЗУЧЕНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Беридзе Лида, Горгидзе Давид, Гогибериძე Русудან
Грузинский Технический Университет

Резюме

Сегодня важное внимание уделяется совершенствованию методов изучения любого предмета, что в большей мере вызвано интенсивным ростом применения информационно-коммуникационных технологий в повседневной жизни. Исходя из сказанного, в учебных процессах современных высших учебных учреждений широко используются информационно-коммуникационные технологии. Теоретическая механика представляет собой обязательную основу общих инженерных дисциплин: сопротивление материалов, детали машин, гидравлика, теория колебаний и др. В статье рассматривается вопрос изучения одной фундаментальной научной дисциплины – теоретической механики из цикла физико-математических наук с применением современных информационно-коммуникационных технологий.