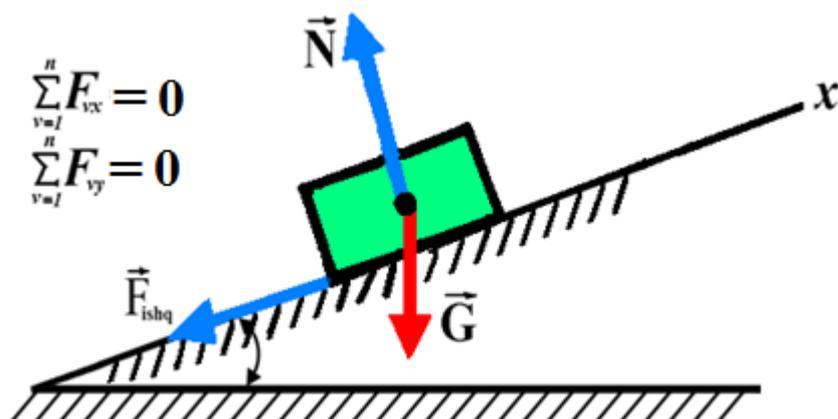


ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ  
ҚИШЛОҚ ВА СУВ ХЎЖАЛИГИ ВАЗИРЛИГИ

ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА МЕЛИОРАЦИЯ  
ИНСТИТУТИ

“НАЗАРИЙ ВА ҚУРИЛИШ МЕХАНИКАСИ”  
кафедраси

“НАЗАРИЙ МЕХАНИКА”  
фанининг ҳисоб-график  
ишларини ЭҲМ ёрдамида бажариш учун  
услубий кўрсатма



Тошкент – 2015

**Ушбу услубий кўрсатма институт Илмий- услубий Кенгашининг 9 январь 2015 йилда бўлиб ўтган 4-сонли мажлиси қарори билан тасдиқланган.**

Ушбу услубий кўрсатмада назарий механиканинг статика, кинематика ва динамика бўлимидаги ҳисоб-график ишларини Mathcad математик пакети ёрдамида қандай ҳал этилиши баён этилган.

Кўрсатмада назарий механика бўлимлари бўйича талабалар бажарадиган учта ҳисоб-график иши ҳам кўрсатилган бўлиб, улардан биринчиси статика, иккинчиси кинематика, учинчиси динамикадан иборат. Шунингдек бундай ҳисоб-график ишларини бажариш намуналари ҳам келтирилган.

Мазкур услубий кўрсатма олий техника ўқув юртлирининг талабалари ҳамда сув хўжалиги ва мелиорация ишларини механизациялаштириш, технологик жараёнлар ва ишлаб чиқаришни автоматлаштириш ҳамда бошқариш, сув хўжалиги қурилиши, электр энергетика ихтисосликлари бўйича таълим олувчи талабалар учун мўлжалланган.

**Тузувчилар:**

**Т. Мовлонов т. ф. д., проф**

**Н.Т.Ғиёсова ассистент.**

**Такризчилар:**

**К. С. Султонов ф-м.ф.д., проф.**

**О. Қодиров т.ф.н. , доцент.**

**© Тошкент ирригация ва мелиорация институти 2015 йил**

**Кириш**

Назарий механика техниканинг барча соҳалари бўйича муҳандислар тайёрлашда муҳим. Муҳандислик ишларида муаммоли ва амалиётга татбиқ этиладиган масалаларни ҳал этишда назарий механика фани фундаментал предметлардан бири ҳисобланиб, у конкрет масалаларни ечишда математика фанига асосланади.

Ҳозирги замон техникаси ва компьютер технологиясининг ривожланиши механика масалаларни математик Mathematica, Maple, Matlab, Mathcad пакетлар ёрдамида ҳал этишни кўндаланг вазифа қилиб қўймоқда.

Тақдим этилаётган услубий кўрсатма механика ҳисоб-график ишларини Mathcad математик пакет ёрдамида ечиш учун кўникмалар ҳосил қилади.

Шунингдек унда Mathcad ёрдамида статика, кинематика ва динамикадан ҳисоб-график ишларини бажариш учун намуналар келтирилган ҳамда топшириқлар кўрсатилган.

## **1– топшириқ (статика)**

1-жадвалда кўрсатилган конструкция берилган кучлар таъсирида мувозанатда туради.  $\vec{P}$  кучнинг қўйилиш нуқтаси ( $d$  масофа), оғиш бурчаги  $\alpha$  ва  $\vec{P}$  куч миқдори ўзгариши мумкин.

Мазкур топшириқда қуйидагилар талаб қилинади:

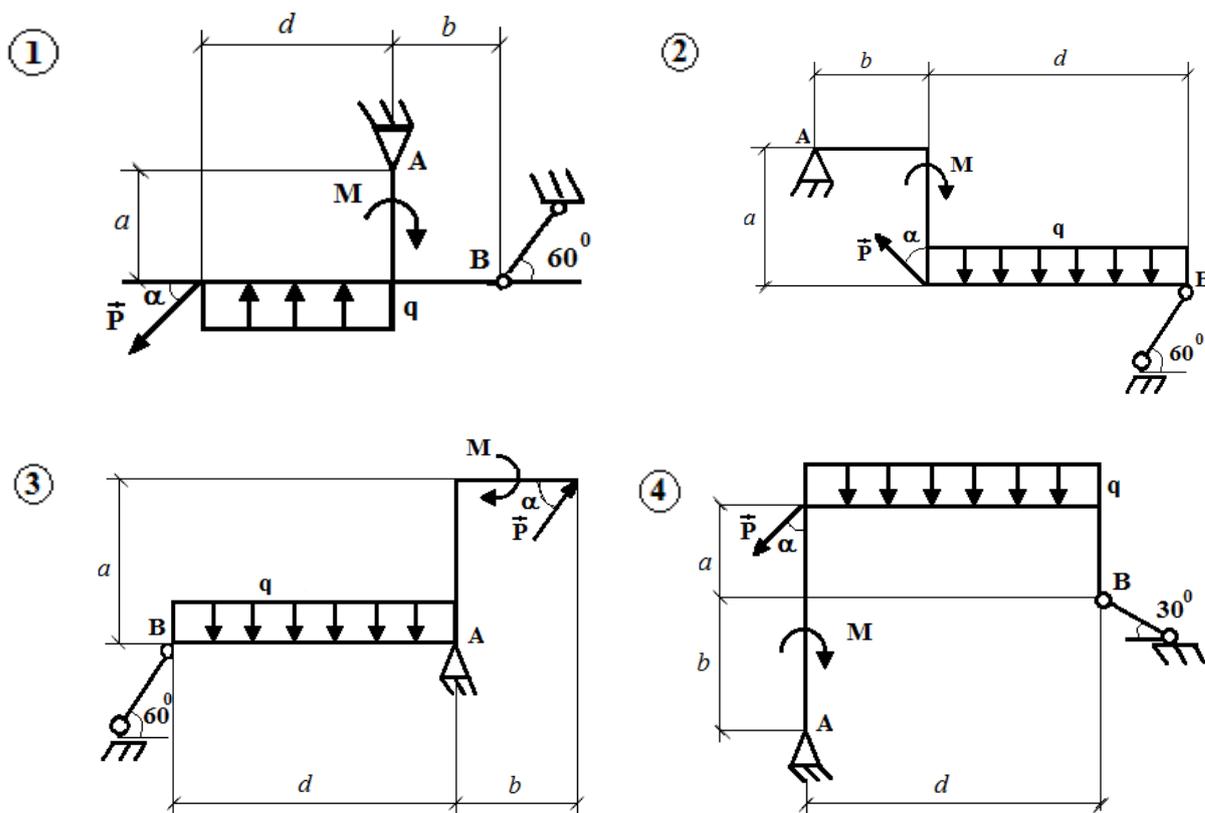
1)  $d = d_1$  ( $0,5\text{м} \leq d \leq 5\text{м}$ ) параметрни шундай қиймати топилсинки, бунда  $R_B$  реакция энг кичик модулга эга бўлсин. Шу ҳол учун конструкцияга қўйилган боғланиш реакциялари топилсин.

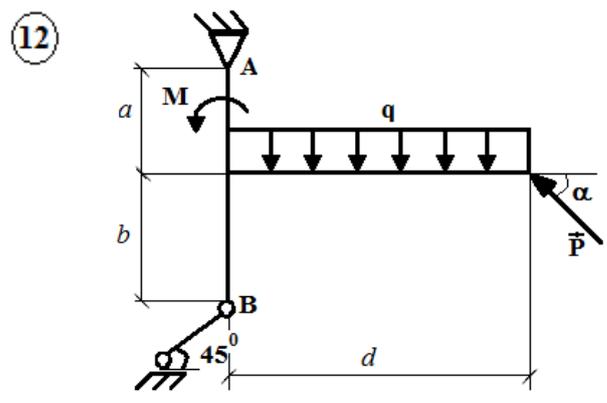
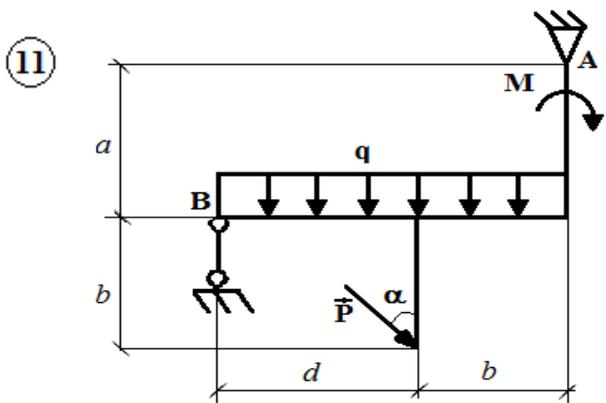
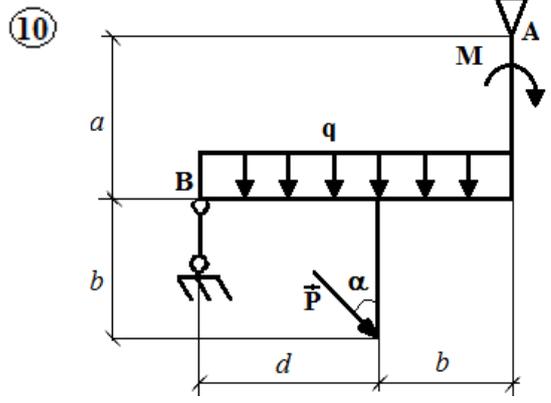
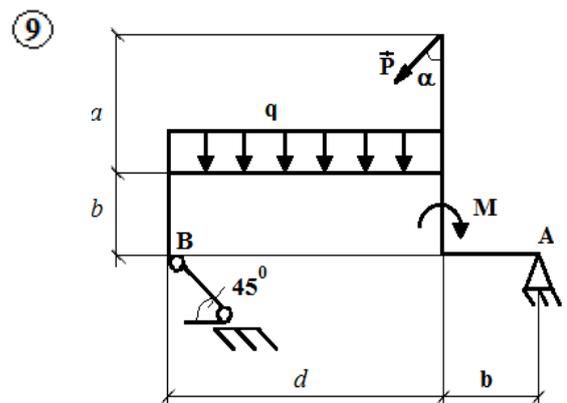
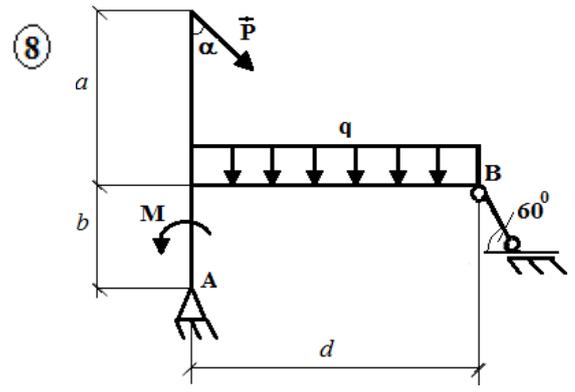
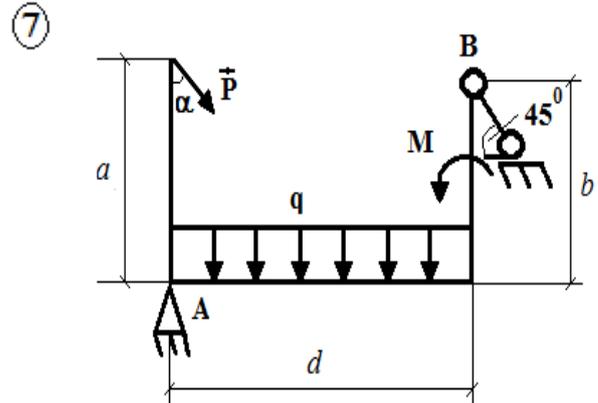
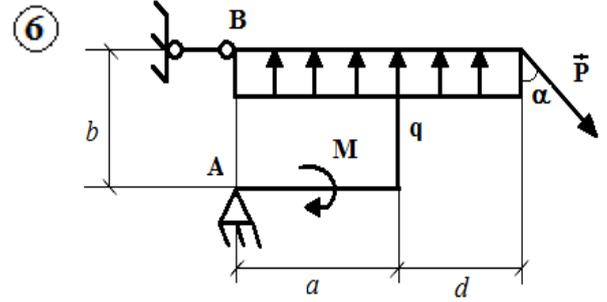
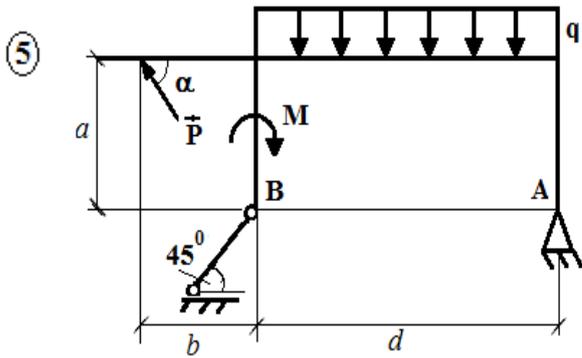
2)  $\vec{R}_B$  реакция кучининг модули 1-жадвалда кўрсатилган  $R_{Bm}$  дан ошиб кетмаслиги учун  $P$  куч қандай ораликда ( $P_1 \leq P \leq P_2$ ) ўзгариши аниқлансин. Бунда  $\alpha = \alpha_0, d = d_1, P \geq 0$  бажарилади.

3)  $R_B \leq R_{Bm}$  бўлиши учун  $\alpha$  бурчак қандай ораликда ( $\alpha_1 \leq \alpha \leq \alpha_2$ ) ўзгариши топилсин. Бунда  $P = P_0 = \text{const}, \alpha \in [0, \pi], d = d_1$ .

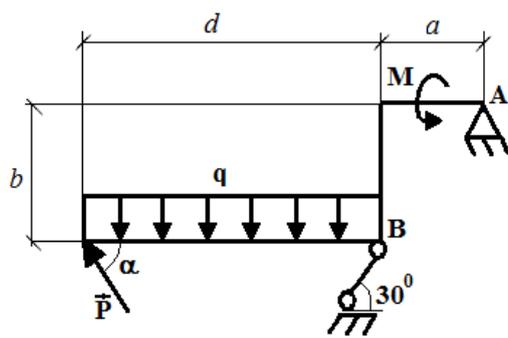
Топшириқни бажариш учун зарур миқдорлар 2-жадвалда кўрсатилган.

**1-жадвал**

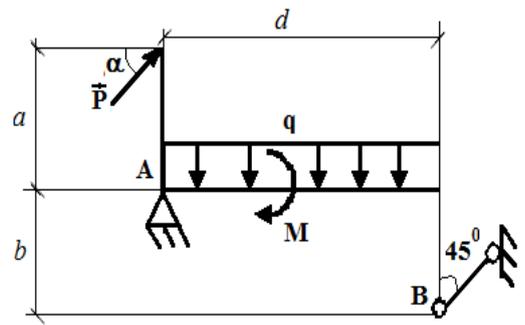




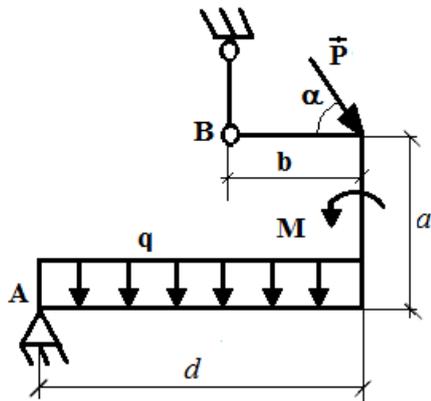
13



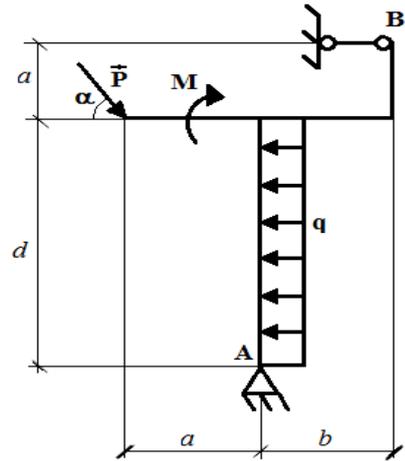
14



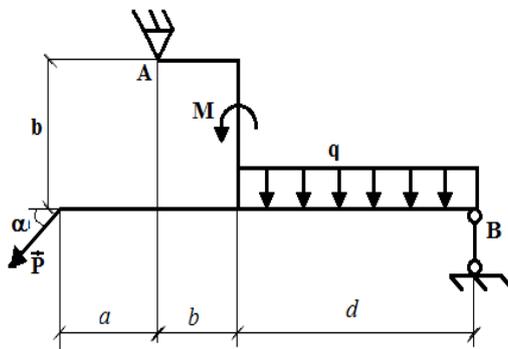
15



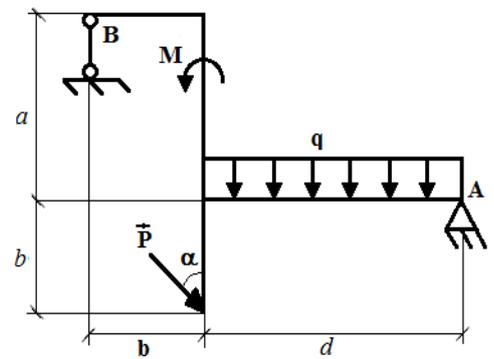
16



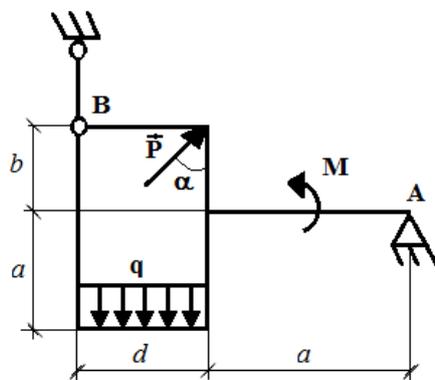
17



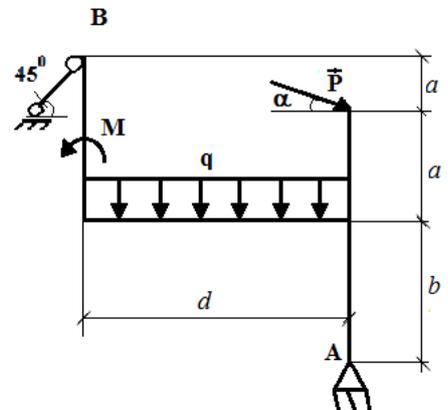
18

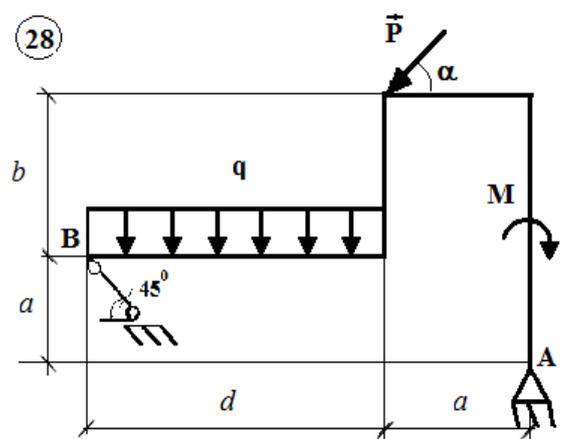
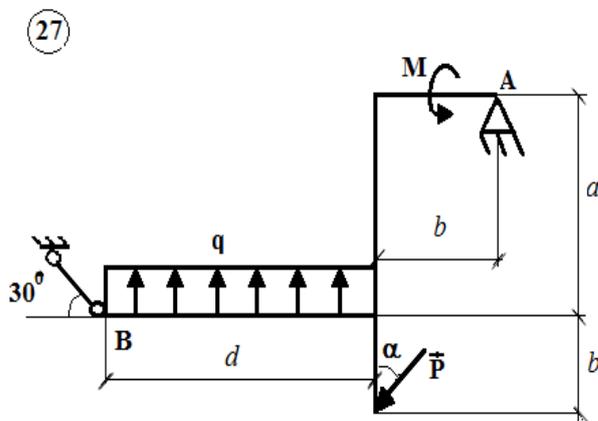
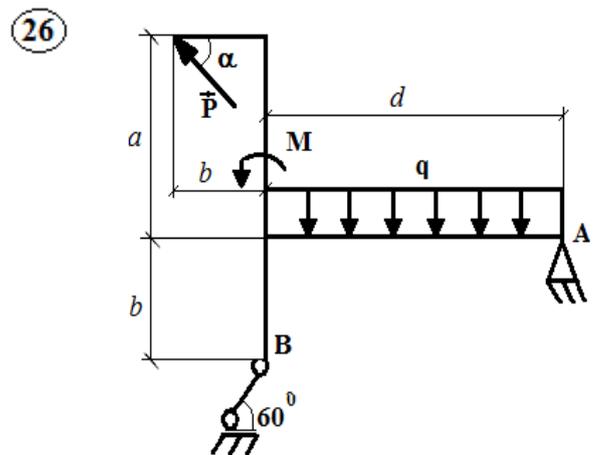
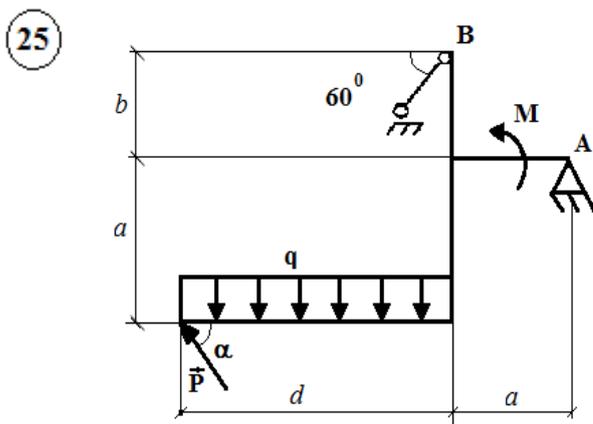
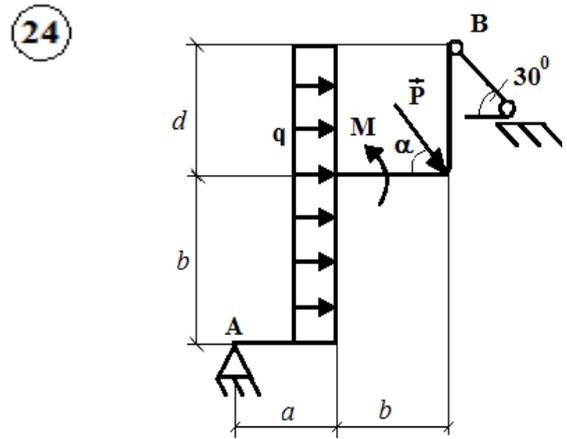
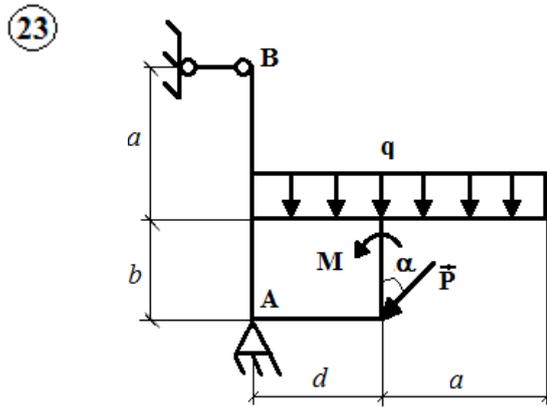
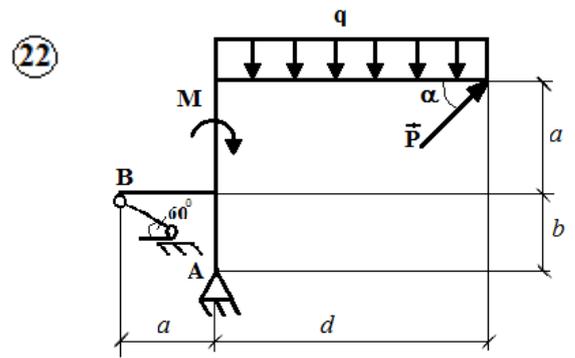
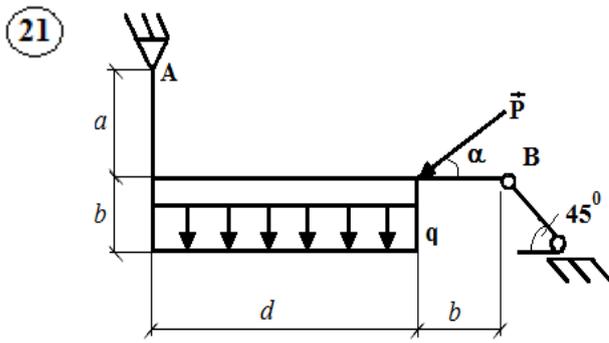


19

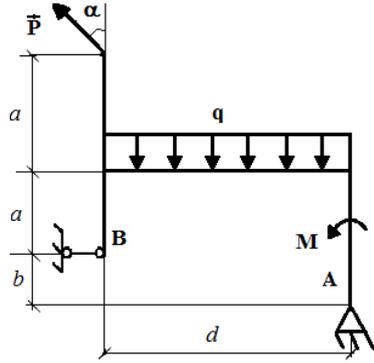


20

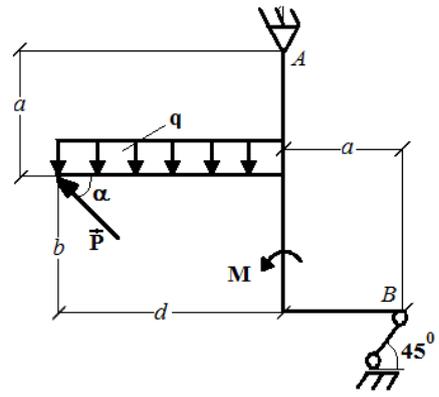




29



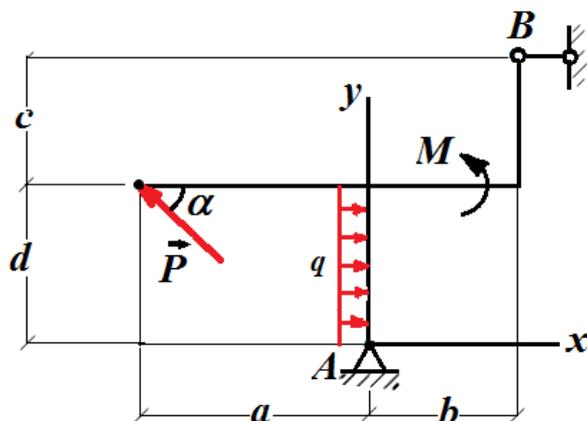
30



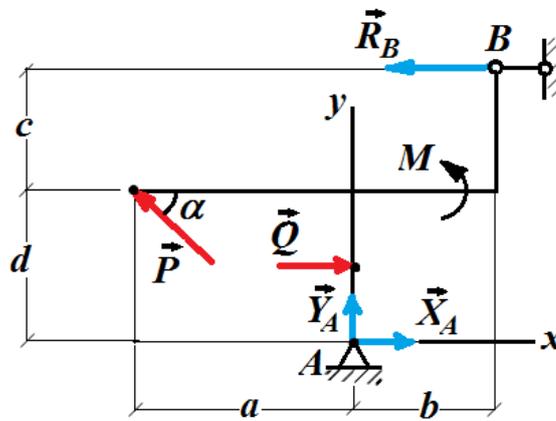
2-жадвал

Вариант №	$P_0, кН$	$q, кН/м$	$M, кНм$	$a, м$	$b, м$	$\alpha, град$	$R_{Bm}, кН$
1	12	4	5	2	1	30	10
2	10	8	50	2	1,5	30	20
3	40	4	50	2	4	45	20
4	10	10	60	2	2	60	20
5	15	12	20	2,1	1,8	45	25
6	20	4	10	1	2,5	60	10
7	20	4	12	2	1,5	60	12
8	20	7	25	2	1,5	60	14
9	10	5	15	3	2	30	6
10	20	10	20	1,5	0,5	30	15
11	22	6	18	0,2	2	45	10
12	35	8	19	0,2	2	30	12
13	25	10	15	0,6	5	30	18
14	40	12	5	0,9	3	60	11
15	22	8	15	0,9	0,2	30	20
16	21	4	2	1,1	3	60	10
17	51	8	40	1,1	1	60	10
18	21	4	20	2,1	1	30	10
19	20	4	20	2	1,1	30	10
20	60	8	10	0,5	0,6	60	13
21	30	8	13	0,6	0,7	60	15
22	10	8	13	1,6	1,5	60	15
23	40	6	33	0,7	2,5	30	14
24	10	6	27	1,2	1	60	13
25	20	10	20	0,2	1	60	12
26	5,5	3	3	7	0,5	60	10
27	40	5	4	2,8	1,7	45	16
28	15	2	60	3	0,5	30	10
29	40	5	40	0,5	1,5	60	20
30	40	18	40	0,5	1,5	45	10

**Топшириқни бажариш намунаси.** 1-расмда кўрсатилган конструкция учун қуйидагилар берилган:  $P_0 = 20\text{кН}$ ,  $q = 8\text{кН/м}$ ,  $M = 5\text{кНм}$ ,  $\alpha_0 = 60^\circ$ ,  $a = 3\text{м}$ ,  $b = 2\text{м}$ ,  $c = 2\text{м}$ ,  $R_{Bm} = 10\text{кН}$ .



1-расм



2-расм

1)  $d$  масофа қандай бўлганда  $R_B$  реакция кучи минимум бўлиши аниқлансин;

2)  $P$  нинг ўзгариш чегараси топилсин;

3)  $\alpha$  нинг ўзгариш чегараси аниқлансин.

**Ечиш.** Масалани ҳал этиш учун 1-расмдаги конструкция мувозанатини текширамиз. Саноқ системасини 2-расмдагидек танлаймиз. Конструкцияга қўйилган боғланишларни  $\vec{X}_A, \vec{Y}_A, \vec{R}_B$  реакция кучлари билан алмаштирамиз. Интенсивлиги  $q$  бўлган юкнинг тенг таъсир этувчиси  $Q = q \cdot d$  бўлиб, у  $A$  нуқтадан  $0,5d$  масофада юқорига қўйилган ва  $Ax$  ўқига параллел йўналган (2-расм).

1)  **$R_B$  реакция кучининг минимум қийматини аниқлаш.** Бунинг учун конструкцияга қўйилган кучларни мувозанат тенгламаларини тузамиз:

$$\sum m_B(\vec{F}_v) = 0; \quad Pd \cos \alpha - Pa \sin \alpha - q(d^2/2) + R_B(c + d) + M = 0,$$

(1)

$$\sum F_{vx} = 0; \quad -P \cos \alpha + X_A - R_B = 0,$$

(2)

$$\sum F_{vy} = 0; \quad P \sin \alpha + Y_A = 0.$$

(3)

(1) дан:

$$R_B = \frac{-Pd \cos \alpha + Pa \sin \alpha + q(d^2/2) - M}{c + d}.$$

Сон қийматларни қўйсак:

$$R_B = (1/d + 2) \cdot (4d^2 - 10d + 46,96)$$

(4)

$R_B$  ни минимум қийматини аниқлаш учун (4) дан  $d$  бўйича биринчи ва иккинчи тартибли ҳосила оламиз:

$$(R_B)' = \frac{(8d-10)(d+2)-4d^2+10d-46,96}{(d+2)^2} = \frac{4d^2+16d-66,96}{(d+2)^2}$$

(5)

$$(R_B)'' = \frac{(8d+16)(d+2)^2-2(d+2)(4d^2+10d-46,96)}{(d+2)^4} = \\ = (165,92d + 331,84) \cdot (d + 2)^3$$

(6)

(5) ни нолга тенглаштириб критик нуқталарни топамиз:

$$4d^2 + 16d - 66,96 = 0; \quad d_1 = 2,554м, \quad d_2 = -6,554м.$$

бу ерда  $d$  нинг манфий қийматини ҳисобга олиб бўлмайди.

$d_1$  ни (6) га қўйсак,  $(R_B)'' > 0$  келиб чиқади. Шунинг учун  $d = 2,554м$  бўлганда  $R_B$  минимум бўлади, яъни  $R_B = 10,443кН$ . Буни (2) ва (3)га қўйиб,  $X_A = 0,005кН$ ,  $Y_A = -17,321кН$  ларни ҳосил қиламиз.

2)  **$P$  нинг ўзгариш чегарасини топиш**, яъни  $\alpha = \alpha_0$ ,  $d = d_1$ ,  $P \geq 0$  бўлганда  $R_B$  реакция кучининг  $R_{Bm} = 10кН$  дан ошиб кетмаслигини аниқлаш.

$R_B \leq R_{Bm}$  бўлиши учун қуйидаги шарт бажарилиши керак:

$$|R_B| = |(-Pd \cos \alpha) + Pa \sin \alpha + q(d^2/2) - M| / (c + d) \leq R_{Bm}. \quad (7)$$

(7) тенгсизликни ечамиз:

$$(-Pd \cos \alpha) + Pa \sin \alpha + q(d^2/2) - M / (c + d) \leq R_{Bm}, \\ -(-Pd \cos \alpha) + Pa \sin \alpha + q(d^2/2) - M / (c + d) \leq R_{Bm}.$$

Масала шартдаги берилганларни ҳисобга олсак:

$$-P \cdot 0,5 \cdot 2,554 + P \cdot 0,866 \cdot 3 + 0,5 \cdot 8 \cdot 2,554^2 - 5 \leq 45,54,$$

$$P \cdot 0,5 \cdot 2,554 - P \cdot 0,866 \cdot 3 - 0,5 \cdot 8 \cdot 2,554^2 + 5 \leq 45,54.$$

бу ердан  $P \leq 18,507 \text{кН}$ ,  $P \geq -50,44 \text{кН}$  келиб чиқади. Лекин масала шартига асосан  $P > 0$ .

Демак,  $0 \leq P \leq 18,507$  бўлганда  $R_B \leq R_{Bm}$  бажарилади.

3)  $\alpha$  нинг ўзгариш чегарасини аниқлаш.

Масала шартига кўра:

$$P = P_0, \quad d = d_1, \quad 0 \leq \alpha \leq \pi; \quad R_B \leq R_{Bm}.$$

(7) дан фойдаланиб  $\alpha$  ни аниқлаймиз. Сон қийматларни (7) га қўйсак:

$$-0,561 \cdot 20 \cos \alpha + 0,659 \cdot 20 \sin \alpha + 4,631 \leq 10,$$

$$0,561 \cdot 20 \cos \alpha - 0,659 \cdot 20 \sin \alpha - 4,631 \leq 10.$$

бу ердан

$$-0,561 \cos \alpha + 0,659 \sin \alpha \leq 0,268,$$

$$0,561 \cos \alpha + 0,659 \sin \alpha \leq 0,7315$$

(8)

келиб чиқади.

(8) системани ечиш учун қуйидаги белгилашни киритамиз:

$$\begin{cases} A \sin \beta = -0,561 \\ A \cos \beta = 0,659 \end{cases}$$

(9)

(9) ни ечсак:

$$A = \sqrt{0,659^2 + 0,561^2} = 0,865,$$

$$\beta = \arctan(-0,561/0,659) = -40^{\circ}24'.$$

(9) ни (8)га қўямиз:

$$A \sin(\alpha + \beta) \leq 0,268,$$

$$A \cos(\alpha + \beta) \leq -0,7315$$

ёки

$$0,865 \sin(\alpha - 40^{\circ}24') \leq 0,268,$$

$$0,865 \sin(\alpha - 40^{\circ}24') \leq -0,7315$$

бу ердан  $\alpha_1 \leq 58^{\circ}35'$ ,  $\alpha_2 \leq -17^{\circ}21'$  келиб чиқади.

Демак ,  $\alpha \geq 0$ , эканлигини ҳисобга олсак,  $0 \leq \alpha \leq 58^{\circ}35'$  бўлиб,

$$R_B \leq R_{Bm} = 10kN$$

бўлади.

Энди масалани *Mathcad* математик пакет ёрдамида қандай ечилишини кўриб чиқамиз.

***Mathcad* математик пакет ёрдамида ечилиши.**

1-конструкция учун берилганларни ёзиб оламиз:

$$P_0 := 20 \quad q := 8 \quad M := 5 \quad \alpha_0 := \frac{\pi}{3} \quad a := 3 \quad b := 2 \quad c := 2 \quad R_{BMax} := 10$$

(1) тенгламадаги  $R_b$  ( $R_B$ ) ни  $d$  параметр орқали ифодаси қуйидагича ёзилади:

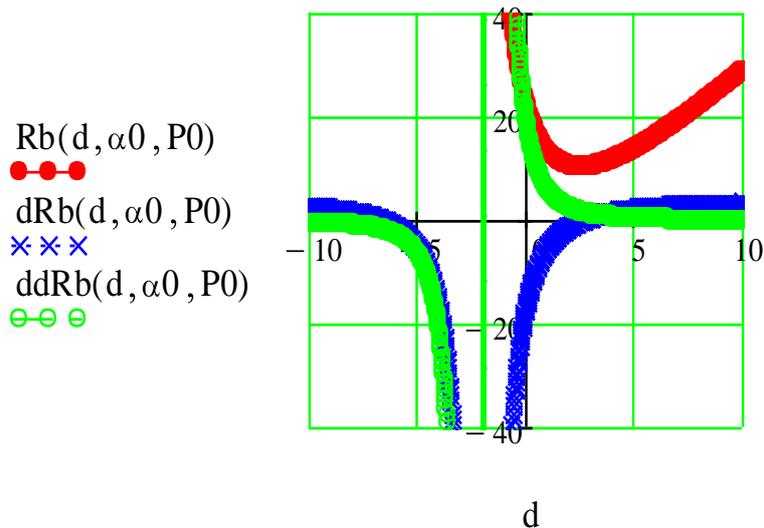
$$R_b(d, \alpha, P) := \frac{P \cdot (a \cdot \sin(\alpha) - d \cdot \cos(\alpha)) + q \cdot 0.5 \cdot d^2 - M}{c + d}$$

Бу функцияни экстремумини аниқлаш учун  $d$  бўйича биринчи ва иккинчи тартибли ҳосилаларни ҳисоблаймиз:

$$ddR_b(x, \alpha, P) := \frac{d}{dx} dR_b(x, \alpha, P)$$

$$dR_b(x, \alpha, P) := \frac{d}{dx} R_b(x, \alpha, P)$$

$R_b(d)$ ,  $dR_b(d)$  ва  $ddR_b(d)$  лар графиги қуйидагича:



Графикдан кўришиб турибдики  $d$  нинг бирор қийматида  $Rb$  минимум қийматга эришади.  $d$  параметрининг ана шу қийматини аниқлаймиз:

$$d\_min := \text{root}(dRb(d, \alpha0, P0), d, 1, 4) \quad d\_min = 2.554$$

$d$  га қуйидаги аниқликни киритамиз:

$$d0 := d\_min$$

(1) системани ечиш учун матрица усулидан фойдаланамиз:

$$\underline{A} := \begin{pmatrix} c + d0 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad \underline{B} := \begin{pmatrix} P0 \cdot \sin(\alpha0) \cdot a - P0 \cdot \cos(\alpha0) \cdot d0 + 0.5 \cdot q \cdot d0^2 - M \\ P0 \cdot \cos(\alpha0) - q \cdot d0 \\ -P0 \cdot \sin(\alpha0) \end{pmatrix}$$

$$\underline{R} := \underline{A}^{-1} \cdot \underline{B}$$

$$\underline{R}^T \text{ simplify} \rightarrow (10.433286807987295574 \quad 6.9995783297404587882e-19 \quad -10 \cdot \sqrt{3})$$

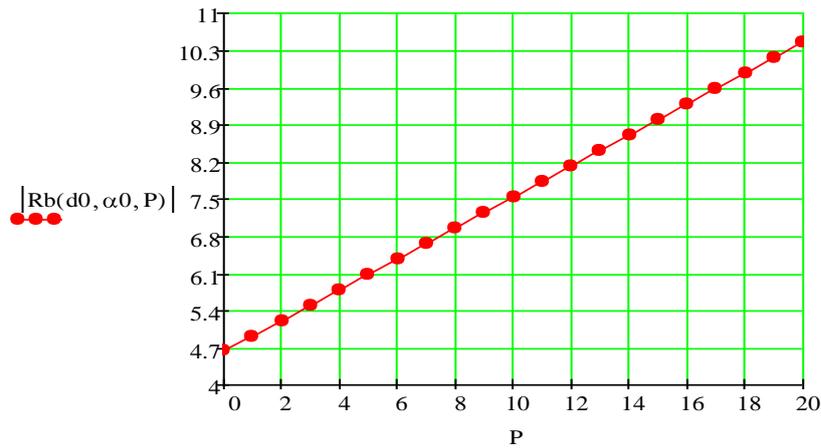
$$\underline{R}^T = \begin{pmatrix} 10.433 & 8.18 \times 10^{-10} & -17.321 \end{pmatrix} \quad \underline{R} = \begin{pmatrix} 10.433 \\ 8.18 \times 10^{-10} \\ -17.321 \end{pmatrix}$$

Бу ерда  $\underline{R}^T = [Rb, Xa, Ya]$  ( $\underline{R}^T = [R_B, X_A, Y_A]$ ) таянч реакцияларининг матричаси;  $T$ - транспонирланган матрица. Демак:

$$Rb = 10.433 \quad Xa = 0 \quad Ya = -17.321 \quad P := 0..18.50\epsilon$$

Энди  $|Rb| \leq Rbm$  ( $|R_B| \leq R_{Bm}$ ) каноатлантирадиган  $P$  нинг қийматини аниқлаймиз ва  $Rb(P)$  функция графигини чизамиз.

$$P := 0 \dots 20$$



$$\text{root} ( Rb ( d0 , \alpha0 , P ) - RbMax , P , 15 , 20 ) = 18.506$$

$$R^T = \begin{bmatrix} 10.433 & 8.18 \times 10^{-10} & -17.321 \end{bmatrix}$$

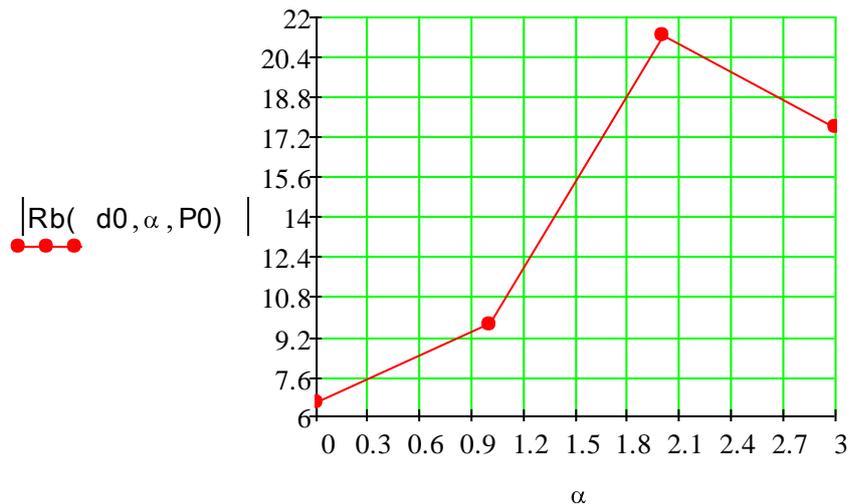
$$R^T \text{ simplify } \rightarrow \begin{bmatrix} 10.433286807987295574 & 6.9995783297404587882e-19 & -10 \cdot \sqrt{3} \end{bmatrix}$$

$Rb = 10.433$        $Xa = 0$        $Ya = -17.321$        $P := 0..18.506$        $\alpha := 0..3.14$

$$\alpha1 := 0 \qquad \alpha2 := \text{root}(Rb(d0, \alpha, P0) - RbMax, \alpha, 0.9, 1.2) \qquad \alpha := 0..1.021$$

$$\alpha1 = 0 \qquad \alpha2 = 1.021 \qquad \alpha2 := \frac{\alpha2 \cdot 180}{\pi} \qquad \alpha2 = 58.484$$

Шундай қилиб,  $|Rb| \leq Rb_m$  бажарилганда  $\alpha \in [0, 58,484^0]$  оралиқда бўлади.



*Mathcad* математик пакет ёрдамида бундан ҳам мураккаброк масалаларни ечиш мумкин.

**1- масала.**  $Rb=Rb_{\text{Мин}}$ ,  $d=2m$  бўлганда  $P=P_{\text{opt}}$  ва  $\alpha = \alpha_{\text{opt}}$ ;  $5 \leq P \leq 30kH$  ва  $0 \leq \alpha \leq 2\pi$  да  $P$  билан  $Rb$  қандай ўзгариши аниқлансин.

Қуйидагилар берилган:

$$\underline{a} := 3 \quad \underline{b} := 2 \quad \underline{q} := 8 \quad \underline{M} := 5 \quad d := 2 \quad 0 \leq P \leq 30 \quad 0 \leq \alpha \leq 2\pi$$

$Rb$  реакция кучининг модули қуйидагича:

$$\underline{Rb}(\alpha, P) := \left| \frac{1}{c+d} \cdot \left[ M - 0.5 \cdot q \cdot d^2 + P \cdot d \cdot \cos(\alpha) - P \cdot a \cdot \sin(\alpha) \right] \right|$$

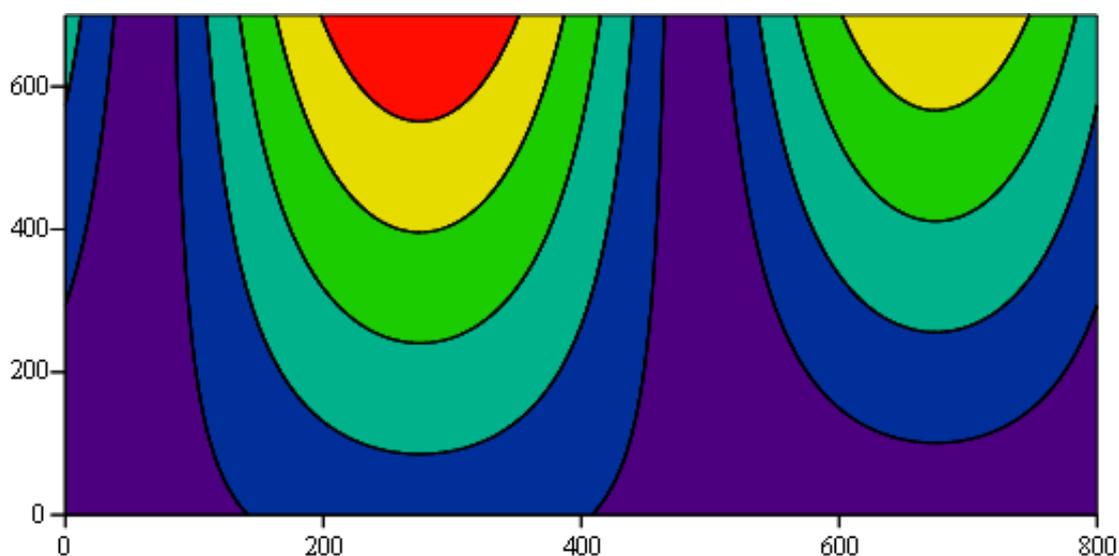
**Ечиш:**

$$\begin{aligned} n &:= 800 & \underline{m} &:= 700 & \Delta\alpha &:= \frac{2 \cdot \pi}{n} & \Delta P &:= \frac{25}{m} \\ i &:= 0..n & j &:= 0..m & \Delta\alpha &= 7.854 \times 10^{-3} & \Delta P &= 0.036 \end{aligned}$$

$H(i, j) = Rb(\alpha_i, P_j)$  белгилашни киритиб  $(\alpha, P)$  майдонида  $Rb$  графигини ясаймиз:

Бу ерда:

$$\underline{H}_{i,j} := \left| \frac{1}{c+d} \cdot \left[ M - 0.5 \cdot q \cdot d^2 + (5 + \Delta P \cdot j) \cdot (d \cdot \cos(\Delta\alpha \cdot i) - a \cdot \sin(\Delta\alpha \cdot i)) \right] \right|$$



H

$$\begin{array}{l}
L := \left\{ \begin{array}{l}
\text{ker} \leftarrow F(0,0) \\
\text{for } i \in 0..n \\
\quad \left\{ \begin{array}{l}
\text{for } j \in 0..m \\
\quad \text{Bob} \leftarrow F(i,j) \\
\quad \text{if } \text{Bob} \leq \text{ker} \\
\quad \quad \left\{ \begin{array}{l}
Z \leftarrow 1000 \cdot i + j \\
\quad \quad \text{ker} \leftarrow \text{Bob}
\end{array} \right. \\
\quad \quad Z
\end{array} \right.
\end{array} \right.
\end{array}
\quad
\begin{array}{l}
L = 6.27 \times 10^4 \quad \text{im} := \text{floor}\left(\frac{L}{1000}\right) \\
\text{jm} := L - 1000 \cdot \text{im} \\
\text{im} = 62 \quad \text{jm} = 700 \\
\text{Параметрлар оптимал киймати бундай бўлади:} \\
\alpha_{\text{opt}} := \Delta\alpha \cdot \text{im} \quad P_{\text{opt}} := 5 + \Delta P \cdot \text{jm} \\
\alpha_{\text{opt}} = 0.487 \quad \frac{\alpha_{\text{opt}}}{\text{deg}} = 27.9 \\
P_{\text{opt}} = 30 \quad F(\text{im}, \text{jm}) = 0.022
\end{array}$$

Бу ерда  $\text{im}$  ва  $\text{jm}$   $L=1000\text{im}+\text{jm}$  формула ёрдамида  $F(i,j)$  функцияни минимумини таъминловчи миқдордан иборат.

Бу ҳолда

$$F(\text{im}, \text{jm})=0,022; \quad R_b=0,022\text{кН}$$

бўлади.

**2 - masala.**  $\alpha = \pi/3, P = P_{\text{opt}}, d = d_{\text{opt}}$  бўлганда  $R_a=R_{a\text{Мин}}$ .  $P$  куч  $5 \leq P \leq 30\text{кН}$  оралиқда,  $d$  параметр  $1 \leq d \leq 3\text{м}$ .  $P$  ва  $d$  ўзгариши билан  $R_a$  нинг қандай ўзгариши аниқлансин.

**Ечиш.** (1) мувозанат тенгламалардан  $X_a$  ( $X_A$ ) ва  $Y_a$  ( $Y_A$ ) ни топиб оламиз:

$$X_a = \frac{-1}{c+d} \cdot [M + q \cdot d \cdot (c + 0.5 \cdot d) - P \cdot c \cdot \cos(\alpha) - P \cdot a \cdot \sin(\alpha)]$$

$$Y_a = -P \cdot \sin(\alpha)$$

Бу ердан:

$$R_a = \sqrt{\left[ \frac{1}{c+d} \cdot [M + q \cdot d \cdot (c + 0.5 \cdot d) - P \cdot c \cdot \cos(\alpha) - P \cdot a \cdot \sin(\alpha)] \right]^2 + (P \cdot \sin(\alpha))^2}$$

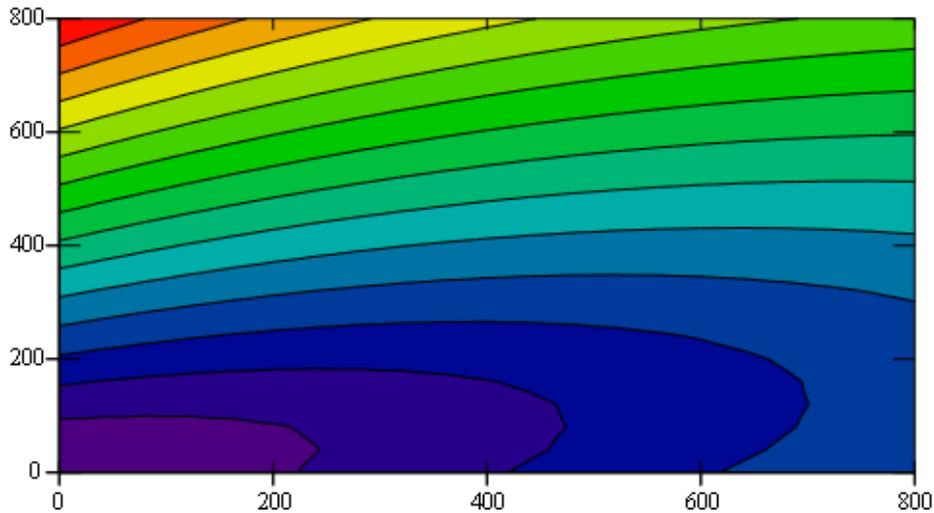
$$n := 800 \quad m := 700 \quad \Delta d := \frac{2}{n} \quad \Delta P := \frac{25}{m} \quad i := 0..n \quad j := 0..m$$

Юқоридагиларни эътиборга олиб, реакцияларни ҳисоблаймиз:

$$X(i, j) := \frac{M + q \cdot (\Delta d \cdot i + 1) \cdot [c + 0.5 \cdot (\Delta d \cdot i + 1)] - (5 + \Delta P \cdot j) \cdot (c \cdot \cos(\alpha) + a \cdot \sin(\alpha))}{c + (\Delta d \cdot i + 1)}$$

$$Y(i,j) := (5 + \Delta P \cdot j) \cdot \sin(\alpha) \quad S(i,j) := \sqrt{X(i,j)^2 + Y(i,j)^2}$$

( $d, P$ ) майдонида Ра нинг контурли графигини чизамиз. Абцисса ўқи бўйича  $d$  ни, ордината ўқида эса  $P$  ни қўямиз.



S

$F(i,j)$  функция минумини топиш учун қуйидаги программани тузамиз:

$$F(i,j) := \sqrt{X(i,j)^2 + Y(i,j)^2}$$

```

L := ker ← F( 0,0)      L=0
  for i ∈ 0..n
    for j ∈ 0..m
      Bob ← F( i,j)
      if Bob ≤ ker
        Z ← 1000·i + j
        ker ← Bob
  Z

```

$i_m$  ва  $j_m$   $L=1000i_m+j_m$  формула ёрдамида  $F(i,j)$  функцияни минимумини таъминловчи микдордан иборат.

$$i_m := \text{floor}\left(\frac{L}{1000}\right) \quad j_m := L - 1000 \cdot i_m \quad \text{Popt} = 5 \quad i_m = 0 \quad j_m = 0$$

Параметрларнинг оптимал қиймати қуйидагича:

$$dopt := 1 + \Delta d \cdot im \quad \rhoopt := 5 + \Delta P \cdot jm \quad dopt = 1 \quad \rhoopt = 5$$

Юқоридагиларга асосан  $Ra$  минимум қиймати бундай бўлади:

$$F(im, jm) = 4.92 \quad Ra := F(im, jm) \quad Ra = 4.92$$

Шу билан масала тўла - тўқис ҳал бўлди.

## 2- топшириқ (кинематика)

### Моддий нуқта ҳаракати координата усулида берилганда тезлик ва тезланиш аниқлаш

Моддий нуқта ҳаракати  $[t_0, t_1]$  ораликда

$$x = x(t), y = y(t)$$

тенгламалар билан берилган.

Нуқтанинг траектория тенгламаси тузилсин,  $t=1$  секунд бўлганда траекториядаги ҳолати, тезлиги, тўла, уринма ва нормал тезланиши ҳамда эгрилик радиуси аниқлансин ва улар йўналиши траекторияда кўрсатилсин (3-жадвал).

### 3-жадвал

№	$x = x(t), m$	$y = y(t), m$	$t_0, c$	$t_2, c$	$t_1, c$
1	$2e^{-t} + 2$	$e^{-t}$	0	2	1
2	$2 \sin(\pi t) + 1$	$\sin(2\pi t) - 2$	0	1,2	1/3
3	$3 \operatorname{tg}(\pi t) + 2$	$\operatorname{ctg}(\pi t) + 3$	0,1	1,5	1/3
4	$4 \sin^2 t - 2$	$2 \cos t + 1$	0	2	$\pi/6$
5	$\sin(\pi t) + \cos(\pi t)$	$\sin(\pi t) - \cos(\pi t)$	0	3	1/6
6	$3 \sin t$	$2 \cos(2t)$	0	2,5	$\pi/6$
7	$e^1 + e^{-1}$	$e^1 - e^{-1}$	0	0,5	0,5
8	$2 \cos(2t)$	$3 \sin^2 t + 1$	0	2	$\pi/6$
9	$(1 / \cos t) + \cos t$	$(1 / \cos t) - \cos t$	0,1	1,5	$\pi/6$
10	$2 \cos^2 t$	$2 \sin(2t) - 1$	0	2,5	$\pi/6$
11	$4 / \cos^2 t$	$2 \operatorname{tg}^2 t$	0,1	2	$\pi/3$
12	$4 \cos^2 t$	$\cos(2t) + 2$	0	2,4	$\pi/6$
13	$\operatorname{ctg}^2 t$	$2 / \sin^2 t$	0,1	1,5	$\pi/6$
14	$3 \cos^2(\pi t)$	$2 \cos^2(2\pi t)$	0	3	1/6
15	$3 \sin(\pi t/2)$	$6 \sin^2(\pi t/4)$	0	1,2	1/3

16	$2 \sin^2 t$	$3 \cos^2(2t)$	0	2,2	$\pi/3$
№	$x = x(t), m$	$y = y(t), m$	$t_0, c$	$t_2, c$	$t_1, c$
17	$2 \operatorname{tg}^2 t + 3$	$4 \operatorname{tg}^2 t - 2$	0,1	1,6	$\pi/4$
18	$4 \cos^2(\pi t/2)$	$2 \sin(\pi t)$	0	1,8	1/6
19	$2 \sin^2 t$	$\sin^2(2t)$	0	1,5	$\pi/6$
20	$4t e^{-1}$	$2e^1/t$	0,1	2	1
21	$2 t^2$	$t^4 + 2 t^2 + 1$	0	2	1
22	$\sin(\pi t^2/3) + 1$	$\sin^2(\pi t^2/3) - 1$	0	2,5	1
23	$4 \cos(\pi t^2/3)$	$2/\cos(\pi t^2/3)$	0	3	1
24	$t - 1$	$t^2 - t - 1$	0	4	2
25	$2 e^{-1} - 2$	$(4/e^{2t}) + 1$	0	1,5	0,5
26	$\cos(\pi t^2/6) - 1$	$2\cos^2(\pi t^2/6) + 1$	0	2	1
27	$2 \operatorname{tg}(\pi t/3)$	$3 - \operatorname{tg}^2(\pi t/3)$	0,1	2	1
28	$\ln t + 1$	$2 \ln(2t + 3)$	0,1	1,5	$e^{-1}$
29	$\sqrt{t^2 + 1}$	$2 t^2 + 3$	0	2,4	1
30	$\ln(t^2) + 1$	$\ln(t + 2) - 2$	0,1	2	$e^{-1}$

### Топширикни бажариш намунаси

**Масала.** Моддий нуқта  $[0,1; 2]$  ораликда

$$x = \sqrt{t^2 + t + 1} \text{ м, } y = \sqrt{2t^2 + 2t} \text{ м;} \quad (10)$$

тенгламаларга кўра ҳаракат қилади.

Нуқтанинг траектория тенгламаси тузилсин,  $t_0 = 0,1; t_1 = 0,2; t_2 = 2$  секунд бўлганда траекториядаги ҳолати, тезлиги, тўла, уринма ва нормал тезланиши ҳамда эгрилик радиуси аниқлансин ва улар йўналиши траекторияда кўрсатилсин.

**Ечиш.** Траектория тенгламасини топиш учун (10) дан вақтни йўқатамиз. Бунинг учун (10) ни иккала томонини квадратга кўтариб, ҳосил бўлган ифоданинг биринчисини 2 га кўпайтириб, сўнгра иккинчисини айирамиз:

$$\begin{cases} 2x^2 = 2t^2 + 2t + 2 \\ y^2 = 2t^2 + 2t \end{cases}$$

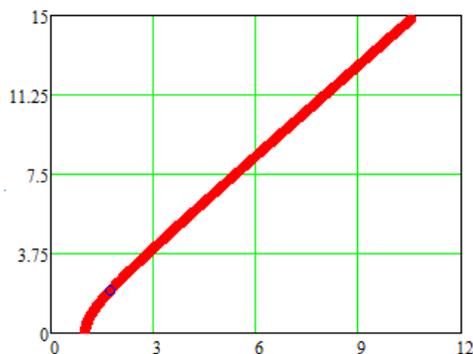

---


$$2x^2 - y^2 = 2$$

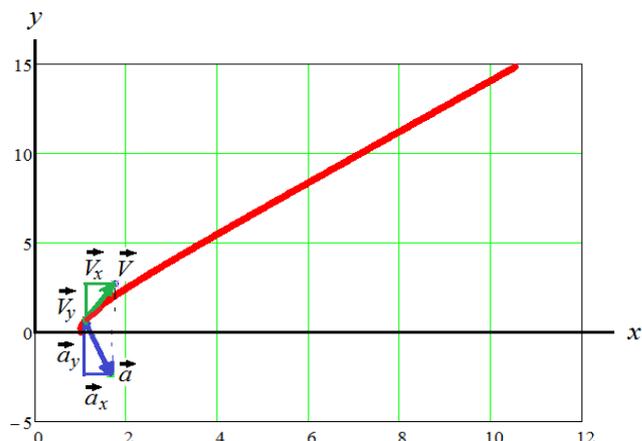
Бу ердан:

$$y = \sqrt{2x^2 - 2}. \quad (11)$$

(11) нукта траекториясини тенгламасидан иборат. Уни графиги 3-расмдагидек бўлади.



3-расм



4-расм

Тезлик ва тезланиш векторларини мос равишда қуйидаги формулалардан аниқлаймиз:

$$\vec{V} = \vec{i} \cdot V_x + \vec{j} \cdot V_y \quad (12)$$

$$\vec{a} = \vec{i} \cdot a_x + \vec{j} \cdot a_y \quad (13)$$

бу ерда  $\vec{i}, \vec{j}$  –  $x, y$  ўқларининг бирлик йўналтирувчи векторлари;  $V_x, V_y$  тезлик векторининг,  $a_x, a_y$  эса тезланиш векторининг координата ўқларидаги проекцияларидан иборат.

Нукта тезлигини аниқлаш учун (10) дан вақт бўйича ҳосила оламиз:

$$V_x = \frac{2t+1}{2\sqrt{t^2+t+1}}, \quad V_y = \frac{2t+1}{\sqrt{2t^2+2t}}. \quad (14)$$

Нукта тезланишини аниқлаш учун (14) дан вақт бўйича ҳосила оламиз:

$$a_x = \frac{4\sqrt{t^2+t+1} - \frac{(2t+1)^2}{\sqrt{t^2+t+1}}}{4(t^2+t+1)}, \quad a_y = \frac{2\sqrt{2t^2+2t} - \frac{(2t+1)^2}{\sqrt{2t^2+2t}}}{2t^2+2t}. \quad (15)$$

Тезлик ва тезланиш модули қуйидаги формулалардан аниқланади:

$$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}, \quad a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} \quad (16)$$

Нукта тезланишининг тезлик йўналишидаги проекцияси (уринма тезланиш) қуйидагича топилади:

$$a_\tau = \frac{dV}{dt}, a_\tau = |a_\tau| = \left| \frac{dV}{dt} \right|$$

ёки

$$a_\tau = \frac{V_x a_x + V_y a_y}{V} \quad (17)$$

Изоҳ. Агар тезликни берилган вақтдаги модули нолга тенг бўлиб қолса, (17) ноаниқ бўлади (0/0), уринма тезланишни аниқлаб бўлмайди. Бу ҳолда у бундай топилади:

$$a_\tau = \frac{x + y(dy/dx)}{\sqrt{1 + (dy/dx)^2}} \quad (18)$$

$dV/dt$  ҳосила олдидаги ишора мусбат (+) бўлса, нуқта ҳаракати тезланувчи бўлиб,  $\vec{a}_\tau$  билан  $\vec{V}$  йўналиши бир хил бўлади; манфий (-) бўлганда ҳаракат секинланувчи бўлиб,  $\vec{a}_\tau$  билан  $\vec{V}$  йўналиши қарама-қарши бўлади.

Нормал тезланиш қуйидаги формула билан ифодаланади:

$$a_n = \sqrt{a^2 - a_\tau^2} \quad (19)$$

Чизиқнинг эгрилик радиуси қуйидаги формуладан топилади:

$$\rho = V^2/a_n$$

(20)

$t_1 = 0,2$  секундни (10) - (20) га қўйсак,

$$x = 1,114\text{м}, \quad y = 0,693\text{м};$$

$$V_x = 0,629 \text{ м/с}, V_y = 2,021 \text{ м/с}, V = 2,116 \text{ м/с};$$

$$a_x = 0,543 \text{ м/с}^2, a_y = -3,007 \text{ м/с}^2, a = 3,056 \text{ м/с}^2;$$

$$a_\tau = -2,71 \text{ м/с}^2, a_n = 1,412 \text{ м/с}^2; \rho = 3,172 \text{ м}$$

келиб чиқади. Берилган вақт учун тезлик ва тезланиш векторларининг йўналиши 4-расмда кўрсатилган.

Энди тезлик ва тезланишни қутб координаталарида қандай аниқланишини кўриб чиқамиз. Берилган пайтда нуқта тезлиги радиал ва кўдаланг (трансверсал) тузувчиларининг геометрик йиғиндисидан иборат:

$$\vec{V} = \vec{V}_r + \vec{V}_p$$

бу ерда  $\vec{V}_r$  ( $\vec{V}_{rad}$ ) – радиал,  $\vec{V}_p$  ( $\vec{V}_{tr}$ ) – кўндаланг тезлик бўлиб, улар қуйидагича:

$$\vec{V}_r = \vec{r} \cdot \frac{\vec{V} \cdot \vec{r}}{r^2}, \quad \vec{V}_p = \frac{\vec{r} \times \vec{V} \times \vec{r}}{r^2}; \quad r^2 = \sqrt{x^2 + y^2}. \quad (21)$$

(21) ни Декарт координата ўқларига проекцияласак:

$$V_{rx} = x \cdot \frac{V_x x + V_y y}{r^2}, \quad V_{ry} = y \cdot \frac{V_x x + V_y y}{r^2}; \quad V_r = \sqrt{V_{rx}^2 + V_{ry}^2}; \quad (22)$$

$$V_{px} = \frac{-x \cdot y \cdot V_y + y^2 \cdot V_x}{r^2}, \quad V_{py} = \frac{x^2 \cdot V_y - x \cdot y \cdot V_x}{r^2}; \quad V_p$$

$$= \sqrt{V_{px}^2 + V_{py}^2}. \quad (23)$$

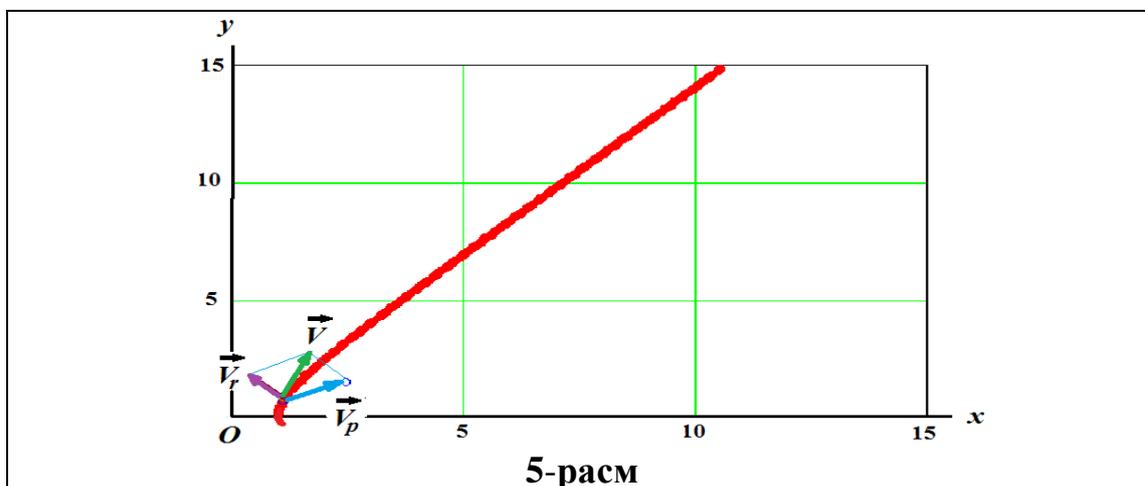
$$V = \sqrt{V_r^2 + V_p^2} \quad (24)$$

(22) - (24) га сон қийматларни қўйсақ,

$$V_{rx} = 1,360 \text{ м/с}, \quad V_{ry} = 0,846 \text{ м/с}, \quad V_r = 1,601 \text{ м/с}; \quad V_{px} = -0,731 \text{ м/с}^2,$$

$$V_{py} = 1,175 \text{ м/с}^2 \quad V_p = 1,384 \text{ м/с}^2; \quad V = 2,116 \text{ м/с}^2$$

келиб чиқади. Бу тезликлар йўналишлари 5-расмда кўрсатилганидек бўлади.



Нуқта тезланишини ҳам унинг радиал ва кўндаланг (трансверсал) тузувчиларининг геометрик йиғиндисидан иборат деб қараймиз:

$$\vec{a} = \vec{a}_r + \vec{a}_p$$

бу ерда  $\vec{a}_r$  – радиал,  $\vec{a}_p$  – кўндаланг тезланиш бўлиб, улар қуйидагича:

$$\vec{a}_r = \vec{r} \frac{d\vec{r}}{r^2}, \quad \vec{a}_p = \frac{\vec{r} \times \vec{a} \times \vec{r}}{r^2} \quad (25)$$

(25) ни Декарт координата ўқларига проекцияласак:

$$a_{rx} = x \cdot \frac{a_x x + a_y y}{r^2}, a_{ry} = y \cdot \frac{a_x x + a_y y}{r^2}; \quad a_r = \sqrt{a_{rx}^2 + a_{ry}^2}; \quad (26)$$

$$a_{px} = \frac{-x \cdot y \cdot a_y + y^2 \cdot a_x}{r^2}, a_{py} = \frac{x^2 \cdot a_y - x \cdot y \cdot a_x}{r^2}; \quad (27)$$

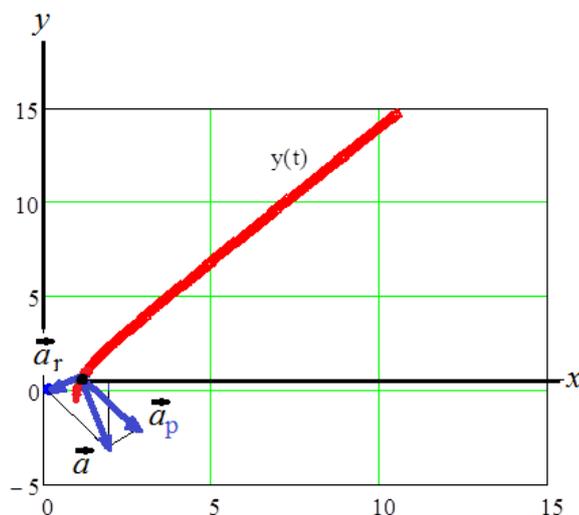
$$a_p = \sqrt{a_{px}^2 + a_{py}^2}; \quad a = \sqrt{a_r^2 + a_p^2}. \quad (28)$$

(26) - (28) га сон қийматларни қўйсақ,

$$a_{rx} = -0,957 \text{ м/с}^2, a_{ry} = -0,596 \text{ м/с}^2, a_r = 1,127; \text{ м/с}^2$$

$$a_{px} = 1,5 \text{ м/с}^2, a_{py} = -2,411 \text{ м/с}^2, a_p = 2,84 \text{ м/с}^2; \quad a = 3,058 \text{ м/с}^2$$

келиб чиқади. Юқоридаги тезланишлар йўналишлари 6-расмда кўрсатилганидек бўлади.



6-расм

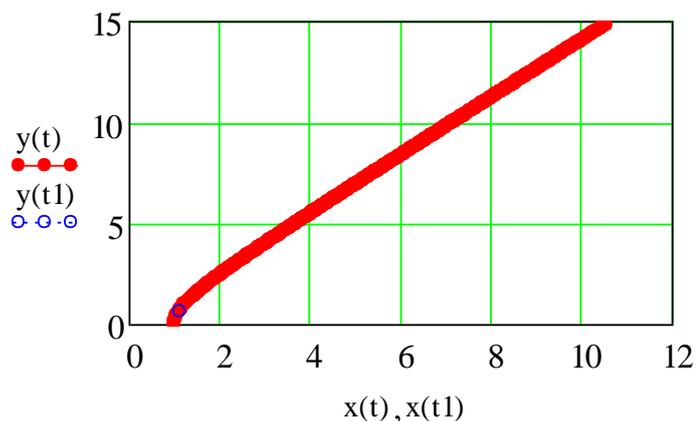
Текширилаётган масалани *Mathcad* пакети ёрдамида ечилганини унинг программа ойнасидан кўчирамиз.

Берилган:

$$x(t) := \sqrt{t^2 + t + 1} \quad y(t) := \sqrt{2 \cdot t^2 + 2 \cdot t} \quad r(t) := \sqrt{x(t)^2 + y(t)^2} \quad t1 := 0.2$$

$$x(t1) = 1.114 \quad y(t1) = 0.693 \quad r(t1) = 1.311$$

Нуқта траекториясини чизамиз



Тезлик ва тезланишлар куйидагича аниқланади:

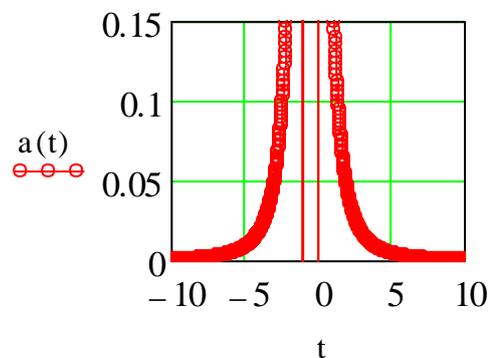
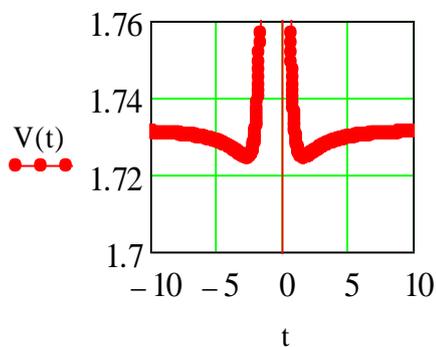
$$V_x(t) := \frac{d}{dt} x(t) \quad V_y(t) := \frac{d}{dt} y(t) \quad \underline{V}(t) := \sqrt{V_x(t)^2 + V_y(t)^2}$$

$$a_x(t) := \frac{d}{dt} V_x(t) \quad a_y(t) := \frac{d}{dt} V_y(t) \quad a(t) := \sqrt{a_x(t)^2 + a_y(t)^2}$$

$$V_x(t1) = 0.629 \quad V_y(t1) = 2.021 \quad V(t1) = 2.116$$

$$a_x(t1) = 0.543 \quad a_y(t1) = -3.007 \quad a(t1) = 3.056$$

Уринма ва нормал тезланишлари ҳамда эгрилик радиуси бундай топилади:

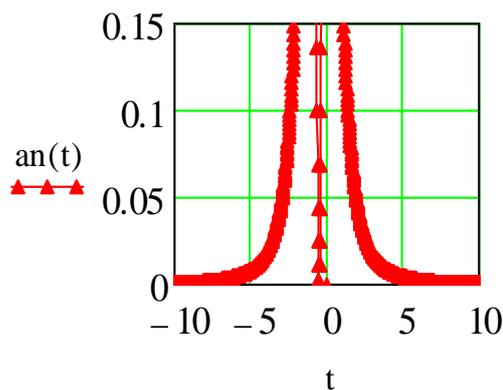
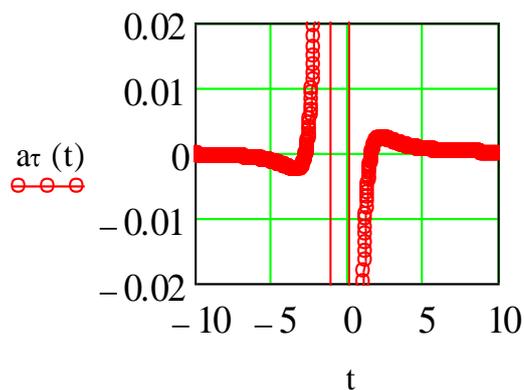


$$a_\tau(t) := \frac{V_x(t) \cdot a_x(t) + V_y(t) \cdot a_y(t)}{V(t)}$$

$$a_n(t) := \sqrt{a(t)^2 - a_\tau(t)^2}$$

$$a_\tau(t1) = -2.71 \quad a_n(t1) = 1.412$$

$$\rho(t) := \frac{V(t)^2}{a_n(t)} \quad \rho(t1) = 3.172$$



Тезлик ва тезланишни радиал ҳамда трансверсал тузувчиларидан фойдаланиб ҳисоблаймиз:

$$V_{radx}(t) := x(t) \cdot \frac{(V_x(t) \cdot x(t) + V_y(t) \cdot y(t))}{r(t)^2} \quad V_{rady}(t) := y(t) \cdot \frac{(V_x(t) \cdot x(t) + V_y(t) \cdot y(t))}{r(t)^2}$$

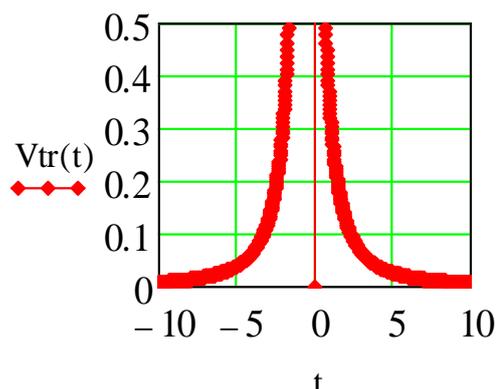
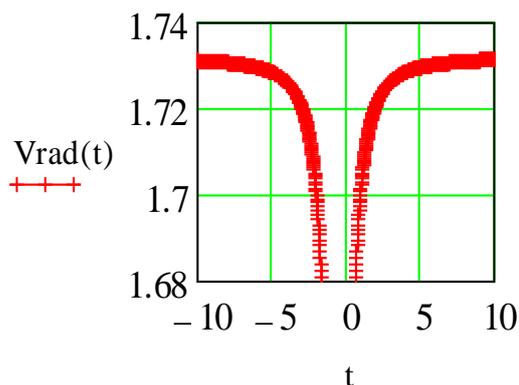
$$V_{trx}(t) := \frac{-x(t) \cdot y(t) \cdot V_y(t) + y(t)^2 \cdot V_x(t)}{r(t)^2} \quad V_{try}(t) := \frac{x(t)^2 \cdot V_y(t) - x(t) \cdot y(t) \cdot V_x(t)}{r(t)^2}$$

$$V_{radx}(t_1) = 1.36 \quad V_{rady}(t_1) = 0.846 \quad V_{trx}(t_1) = -0.731 \quad V_{try}(t_1) = 1.175$$

$$V_{rad}(t) := \sqrt{V_{radx}(t)^2 + V_{rady}(t)^2} \quad V_{tr}(t) := \sqrt{V_{trx}(t)^2 + V_{try}(t)^2}$$

$$V_{rad}(t_1) = 1.601 \quad V_{tr}(t_1) = 1.384$$

$$V(t) := \sqrt{V_{rad}(t)^2 + V_{tr}(t)^2} \quad V(t_1) = 2.116$$



$$a_{radx}(t) := x(t) \cdot \frac{(a_x(t) \cdot x(t) + a_y(t) \cdot y(t))}{r(t)^2} \quad a_{rady}(t) := y(t) \cdot \frac{(a_x(t) \cdot x(t) + a_y(t) \cdot y(t))}{r(t)^2}$$

$$a_{trx}(t) := \frac{-x(t) \cdot y(t) \cdot a_y(t) + y(t)^2 \cdot a_x(t)}{r(t)^2} \quad a_{try}(t) := \frac{x(t)^2 \cdot a_y(t) - x(t) \cdot y(t) \cdot a_x(t)}{r(t)^2}$$

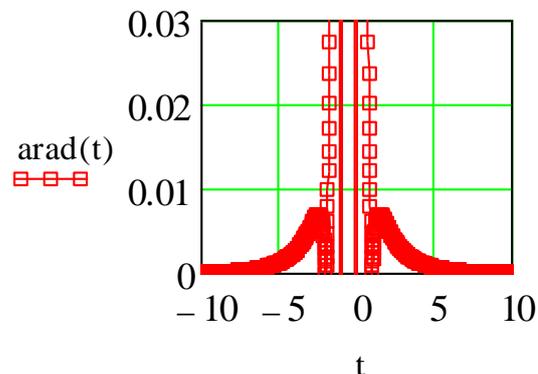
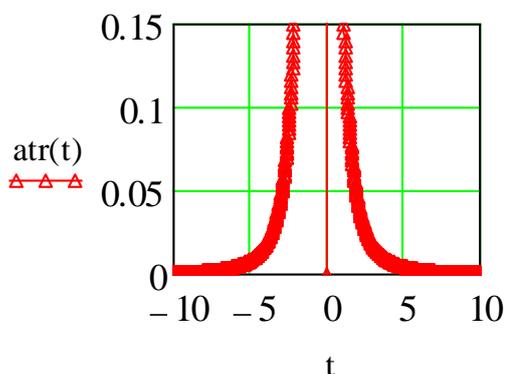
$$\text{arad}(t) := \sqrt{\text{aradx}(t)^2 + \text{arady}(t)^2}$$

$$\text{atr}(t) := \sqrt{\text{atrx}(t)^2 + \text{atry}(t)^2}$$

$$\underline{\underline{a}}(t) := \sqrt{\text{arad}(t)^2 + \text{atr}(t)^2}$$

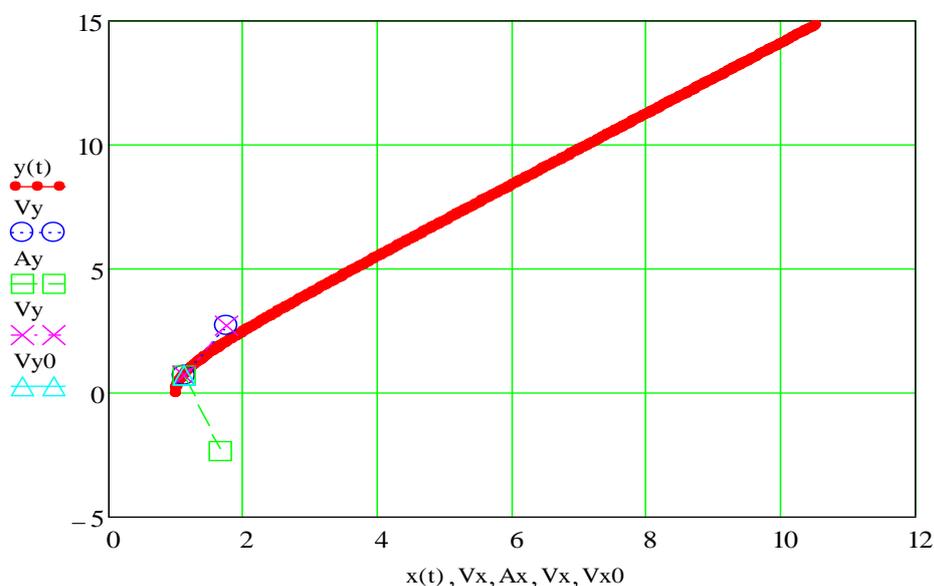
$$\begin{aligned} \text{aradx}(t1) &= -0.957 & \text{arad}(t1) &= 1.127 \\ \text{arady}(t1) &= -0.596 \end{aligned}$$

$$\text{atrx}(t1) = 1.5 \quad \text{atry}(t1) = -2.411 \quad \text{atr}(t1) = 2.84 \quad a(t1) = 3.056$$

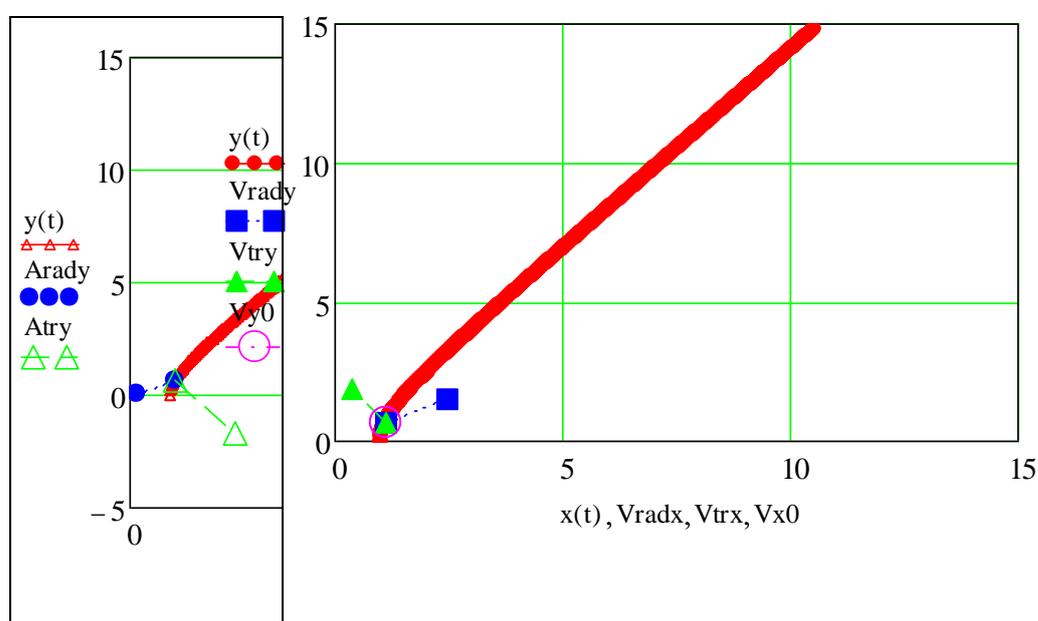


Тезлик ва тезланиш, шунингдек радиал ва трансверсал тезлик ҳамда тезланишлар йўналишини аниқлаш учун қуйидаги программани тузиб, расмда тасвирлаймиз:

$$\begin{aligned} x0 &:= x(t1) & y0 &:= y(t1) & \underline{\underline{V}}_x &:= \begin{pmatrix} x0 \\ x0 + V_x(t1) \end{pmatrix} \\ \underline{\underline{V}}_y &:= \begin{pmatrix} y0 \\ y0 + V_y(t1) \end{pmatrix} & V_{x0} &:= \begin{pmatrix} x0 \\ x0 \end{pmatrix} & V_{y0} &:= \begin{pmatrix} y0 \\ y0 \end{pmatrix} \\ A_x &:= \begin{pmatrix} x0 \\ x0 + a_x(t1) \end{pmatrix} & A_y &:= \begin{pmatrix} y0 \\ y0 + a_y(t1) \end{pmatrix} & A_0 &:= \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 \underline{x0} &:= x(t1) & \underline{y0} &:= y(t1) & \underline{Vradx} &:= \begin{pmatrix} x0 \\ x0 + Vradx(t1) \end{pmatrix} \\
 \underline{Vrady} &:= \begin{pmatrix} y0 \\ y0 + Vrady(t1) \end{pmatrix} & \underline{Vx0} &:= \begin{pmatrix} x0 \\ x0 \end{pmatrix} & \underline{Vy0} &:= \begin{pmatrix} y0 \\ y0 \end{pmatrix} \\
 \underline{Aradx} &:= \begin{pmatrix} x0 \\ x0 + aradx(t1) \end{pmatrix} & \underline{Arady} &:= \begin{pmatrix} y0 \\ y0 + arady(t1) \end{pmatrix} & \underline{A0} &:= \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} \\
 \underline{Vtrx} &:= \begin{pmatrix} x0 \\ x0 + Vtrx(t1) \end{pmatrix} & \underline{Vtry} &:= \begin{pmatrix} y0 \\ y0 + Vtry(t1) \end{pmatrix} \\
 \underline{Atrx} &:= \begin{pmatrix} x0 \\ x0 + atrx(t1) \end{pmatrix} & \underline{Atry} &:= \begin{pmatrix} y0 \\ y0 + atry(t1) \end{pmatrix}
 \end{aligned}$$



### 3- топшириқ (динамика)

**Моддий нуқта ҳаракатини характерловчи параметрларни текшириш.**

Моддий нуқта

$$\vec{r}(t) = x(t)\vec{i} + y(t)\vec{j} + r(t)\vec{k} \quad (29)$$

қонунга кўра ҳаракатланади. Унга актив куч

$$\vec{F}(t) = F_{1x}(t)\vec{i} + F_{1y}(t)\vec{j} + F_{1z}(t)\vec{k}$$

ва моддий нуқта тезлигига пропорционал бўлган қаршилик кучи

$$\vec{R}(t) = -\alpha\vec{V}(t)$$

та'сир қилади. Бу ерда  $\alpha$ -пропорционаллик коэффициентлари.

$t = t_k$  вақтда қуйидаги параметрларни:

1) Моддий нуктанинг берилган ҳаракатини таъминловчи  $\vec{F}_2$  кучни вақт орқали ифодаси,

2) Вақтнинг 0 ва  $t_k$  оралиғидаги  $\vec{F}_1(t)$ ,  $\vec{F}_2(t)$  ва  $\vec{R}(t)$  ларнинг бажарган иши;

3)  $\vec{F}_1(t)$ ,  $\vec{F}_2(t)$  ва  $\vec{R}(t)$  лар импульсини вақт орқали ифодаси ҳамда уларнинг  $(0, t_k)$  интервалдаги графиги;

4) Моддий нута тезлиги қандай  $t = t_1$  да  $V_1$  бўлиши, мазкур вақтда кучлар импульсларининг координата ўқларидаги проекцияси ҳамда нукта ҳаракат миқдорининг модулини аниқлаш керак.

Топшириқнинг ҳамма вариантларида  $m = 3\text{kg}$ ,  $F_{1x}(t) = ay(t)$ ,  $F_{1y}(t) = bz(t)$ ,  $F_{1z}(t) = cx(t)$ ,  $a = 2\text{H/м}$ ,  $b = 0,52\text{H/м}$ ,  $c = 0,82\text{H/м}$  деб қабул қилинсин.

Топшириқни бажариш учун зарур параметрлар 4-жадвалдан олинсин. Жавоблари 5-жадвалда келтирилган.

#### 4-жадвал

Вариант №	$a_1, м$	$a_2, м$	$b_1, м$	$b_2, м$	$c_{1,м}$	$c_{2, м}$	$p_1$	$p_2$	$h_1$	$h_2$	$\lambda_0$	$\lambda_1$
1	5,5	2,3	5	3	2	2	1	3	2	3	3	0,7
2	3	2,3	5	3	2	1,2	1	2	1	3	3	0,7
3	3	2	5	3	2,5	1,2	2	3	2	3	3	0,7
4	4	5	3	1	2,5	1	1	3	2	2	3	0,7
5	4	2	3	1	2,8	0,8	4	1	5	2	2	0,7
6	2,7	2	1,3	1	2,8	0,8	2	1	5	2,5	3	0,7
7	-1,7	6	1,3	5	3	1,5	2	-2	2	4	3	1,7
8	3,7	4	3,3	5	3,4	1	2,7	3	2,2	3,5	4	1,2
9	3,7	2	7,3	5	2,4	1	2	1,5	2	-1,5	4	1,2

10	-2,7	2	4,3	-2	2,8	1,6	3	1,5	-4	-1,5	4	1,6
11	4,7	-2	3	-2	3,4	1,2	4	1,5	-4	-1	3,7	2,2
12	6	3	5	1,8	2,4	1,2	4	2,5	2	1,5	1,7	0,5
13	3	3	4	2,8	2,4	1,2	4	2,5	3,3	-1,5	4,7	1,8
14	6	-3	2	6	2,6	1,8	-2	4	3	2	5	3,8
15	1	-3	7	2	2,6	1,4	4	-5	2	2,5	2,7	2,5
16	6	4	3	2	3,6	1,2	3	-3	1,5	2,5	3,5	1,5
17	6	-4	2	2	3	1,5	3	2	1,3	3,5	4,5	2,5
18	2	5	5	2	3,2	1,4	2,5	1,8	1,7	3	4	3,5
19	-3	4,2	6	5	4	0,6	3,5	2	-2,2	2	4,8	1,5
20	-4	3,2	2	-3	4	1,2	3	2	2	4	3,8	2,5
21	5	2	4	3	5	1,5	2,5	2	3	2	3,6	1,5
22	-2	3,2	-3	1,4	3	1	3,5	2	3	-4	4,6	2,5
23	4	3,2	2	3,4	3	1,4	3	2	1	3	3,2	1,5
24	5	4,2	-2	1,4	4	2,4	2	1,5	1	-3	3,8	2,6
25	2	-4,2	-3	3,4	4,5	2,2	4	1	2	-1	3,5	1,6
26	-6	-4	2	4	4	1,2	-2	3	3	-4	3,3	2,6
27	4	-2	2	4	3,5	1,6	3	4	3	2	3,8	1,6
28	2	-3	5	4	3,8	1,2	1	3,2	3	-2,4	3,2	2,2
29	-5	-2	3	1	3,1	1,4	2	3,6	3,5	-2,1	3,8	1,7
30	4	5	3,4	2	3,6	1,5	3	4,5	2,5	3	4,3	2,3

**5-жадвал**

Вариант №	Жавоблар
1	1.1,1.2, 2.1, 2.2, 3.3, 3.4, 4.3
2	1.3, 1.4, 2.4, 2.5, 3.1, 3.5, 4.2
3	1.5, 2.2, 2.3, 3.3, 3.5, 4.1
4	1.3, 1.4, 2.4, 2.5, 3.1, 3.2, 4.2
5	1.1, 1.5, 2.1, 2.5, 3.2, 3.3, 4.3
6	1.3, 1.4, 2.4, 2.5, 3.3, 3.5, 4.1

7	1.2, 1.5, 2.2, 2.6, 3.1, 3.3, 4.3
8	1.2, 1.3, 2.2, 2.4, 3.3, 3.4, 4.2
9	1.3, 1.4, 2.5, 2.6, 3.3, 3.5, 4.3
10	1.5, 2.2, 2.3, 3.1, 3.4, 4.1
11	1.2, 1.4, 2.2, 2.5, 3.3, 3.4, 4.2
12	1.3, 1.4, 2.1, 2.4, 3.1, 3.2, 4.3
13	1.1, 1.2, 2.5, 2.6, 3.3, 3.4, 4.1
14	1.5, 2.2, 2.3, 3.1, 3.5, 4.2
15	1.2, 1.3, 2.4, 2.5, 3.3, 3.5, 4.3
16	1.3, 1.4, 2.1, 2.2, 3.1, 3.2, 4.2
17	1.1, 1.3, 2.2, 2.6, 3.3, 3.4, 4.3
18	1.2, 1.5, 2.2, 2.6, 3.1, 3.5, 4.1
19	1.3, 1.4, 2.2, 2.4, 3.3, 3.4, 4.2
20	1.1, 1.2, 2.4, 2.5, 3.3, 3.5, 4.3
21	1.5, 2.5, 2.6, 3.1, 3.2, 4.1
22	1.5, 2.5, 2.6, 3.1, 3.2, 4.1
23	1.2, 1.3, 2.2, 2.3, 3.3, 3.4, 4.2
24	1.1, 1.5, 2.2, 2.3, 3.1, 3.5, 4.3
25	1.1, 1.5, 2.2, 2.3, 3.1, 3.5, 4.3
26	1.3, 1.4, 2.1, 2.2, 3.4, 3.5, 4.3
27	1.1, 1.2, 2.1, 2.5, 3.2, 3.4, 4.1
28	1.3, 1.4, 2.3, 2.6, 3.3, 3.4, 4.2
29	1.2, 1.5, 2.3, 2.4, 3.2, 3.4, 4.3
30	1.3, 1.4, 2.4, 2.5, 3.2, 3.3, 4.2

### 3- топшириқни бажариш учун намуна:

Берилган:

$$x(t) = 2 \cos \pi t \text{ (м); } y(t) = 4 \sin \pi t \text{ (м); } z(t) = 0,5t \text{ (м);}$$

$$\mu = 0,4 \text{ Нс/м; } m = 3\text{кг; } t_k = 1,5\text{с; } V_1 = 10\text{м/с} \quad (30)$$

Ечиш.1.  $\vec{F}_2 = \vec{F}_2(t)$  ни ва  $t = t_2$  моментдаги  $\vec{F}_2$  куч модули ва йўналишини аниқлаймиз.

(29) дан фойдаланиб нуқта тезлиги ва тезланишини ҳисоблаймиз.

Нуқта тезлик вектори ва тезланиш вектори мос равишда қуйидагича бўлади:

$$\vec{V}(t) = V_x(t)\vec{i} + V_y(t)\vec{j} + V_z(t)\vec{k}; \vec{a}(t) = a_x(t)\vec{i} + a_y(t)\vec{j} + a_z(t)\vec{k} \quad (31)$$

бу ерда  $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$  -  $x, y, z$  ўқларининг бирлик векторлари;  $V_x(t), V_y(t), V_z(t)$  -  $\vec{V}(t)$  нинг  $a_x(t), a_y(t), a_z(t) - \vec{a}(t)$  нинг проекциялари. Буларни аниқлаш учун (30) дан вақт бўйича биринчи ва иккинчи тартибли ҳосилалар оламиз.

$$\begin{aligned} V_x(t) = \dot{x}(t) &= -2\pi \sin(\pi t), V_y(t) = \dot{y}(t) = 4\pi \cos(\pi t), \\ V_z(t) = \dot{z}(t) &= 0,5 \end{aligned} \quad (32)$$

$$a_x(t) = -2\pi^2 \cos(\pi t), a_y(t) = -4\pi^2 \sin(\pi t), a_z(t) = 0 \quad (33)$$

Тезлик модули бундай топилади:

$$V(t) = \sqrt{V_x(t)^2 + V_y(t)^2 + V_z(t)^2} \quad (34)$$

биз биламизки масала шартига кўра моддий нуқтага  $\vec{F}_1(t), \vec{F}_2(t)$  ва  $\vec{R}(t)$  кучлар таъсир қилади. Моддий нуқтанинг дифференциал тенгламалари қуйидагича бўлади.

$$\begin{aligned} m\ddot{x}(t) &= F_{1x}(t) + F_{2x}(t) + R_x, \\ m\ddot{y}(t) &= F_{1y}(t) + F_{2y}(t) + R_y, \\ m\ddot{z}(t) &= F_{1z}(t) + F_{2z}(t) + R_z. \end{aligned} \quad (35)$$

(35) дан:

$$\begin{aligned} F_{2x}(t) &= m\ddot{x}(t) - F_{1x}(t) - R_x = -2m\pi^2 \cos\pi t - 4a \sin\pi t - 2\mu\pi \sin\pi t, \\ F_{2y}(t) &= m\ddot{y}(t) - F_{1y}(t) - R_y = -4m\pi^2 \sin\pi t - b \cdot 0,5t + 4\mu\pi \cos\pi t, \\ F_{2z}(t) &= m\ddot{z}(t) - F_{1z}(t) - R_z = -2c \cos\pi t + 0,5\mu. \end{aligned} \quad (36)$$

келиб чиқади.

$\vec{F}_2(t)$  куч модули:

$$F_2(t) = \sqrt{F_{2x}(t)^2 + F_{2y}(t)^2 + F_{2z}(t)^2} \quad (37)$$

$\vec{F}_2(t)$  кучнинг йўналтирувчи косинуслари:

$$\cos(\vec{F}_2 \wedge, \vec{i}) = \frac{F_{2x}(t)}{F_2(t)}, \cos(\vec{F}_2 \wedge, \vec{j}) = \frac{F_{2y}(t)}{F_2(t)}, \cos(\vec{F}_2 \wedge, \vec{k}) = \frac{F_{2z}(t)}{F_2(t)} \quad (38)$$

$t = t_k$  бўлганда (36)-(38) қуйидагича бўлади:

$$\begin{aligned} F_{2x}(t_k) &= 10,513H, F_{2y}(t_k) = 118,060H, F_{2z}(t_k) = 0,2H; F_2(t_k) = 118,52H \\ \cos(\vec{F}_2 \wedge, \vec{i}) &= 0,089, \cos(\vec{F}_2 \wedge, \vec{j}) = 0,996, \cos(\vec{F}_2 \wedge, \vec{k}) = 0,002 \end{aligned}$$

2.  $\vec{F}_1(t), \vec{F}_2(t)$  ва  $\vec{R}(t)$  кучларнинг  $(0, t_k)$  интервалдаги бажарган ишларни ҳисоблаш.

$\vec{F}_1(t), \vec{F}_2(t)$  ва  $\vec{R}(t)$  бажарган иши:

$$A_{F_1}(t) = \int_0^t \vec{F}_1(t) \cdot \vec{V}(t) dt = \int_0^t (F_{1x}(t)V_x(t) + F_{1y}(t)V_y(t) + F_{1z}(t)V_z(t)) dt,$$

$$A_{F_2}(t) = \int_0^t \vec{F}_2(t) \cdot \vec{V}(t) dt = \int_0^t (F_{2x}(t)V_x(t) + F_{2y}(t)V_y(t) + F_{2z}(t)V_z(t)) dt,$$

$$A_R(t) = \int_0^t \vec{R}(t) \cdot \vec{V}(t) dt = \int_0^t (R_x(t)V_x(t) + R_y(t)V_y(t)) dt +$$

$$+ \int_0^t R_z(t)V_z(t) dt$$

(39)

$t = t_k$  бўлганда:

$$A_{F_1}(t_k) = -39,772 \text{ Ж}, A_{F_2}(t_k) = -78,513 \text{ Ж}, A_R(t_k) = -59,368 \text{ Ж}.$$

3.  $\vec{F}_1(t), \vec{F}_2(t)$  ва  $\vec{R}(t)$  импульсларини вақт орқали ифодаси ва  $(0, t_k)$  интервалдаги уларнинг графигини аниқлаш.

$\vec{F}_1(t), \vec{F}_2(t)$  ва  $\vec{R}(t)$  импульсларининг координата ўқларидаги проекциялари мос равишда қуйидагича бўлади:

$$S_{1x}(t) = \int_0^t F_{1x}(t) dt = 4a \int_0^t \sin \pi t dt = (4a/\pi)(1 - \cos \pi t),$$

(40)

$$S_{1y}(t) = \int_0^t F_{1y}(t) dt = 0,5b \int_0^t t dt = bt^2/4$$

(41)

$$S_{1z}(t) = \int_0^t F_{1z}(t) dt = 2c \int_0^t \cos \pi t dt = \frac{2c}{\pi} \sin \pi t;$$

(42)

$$S_{2x}(t) = \int_0^t F_{2x}(t) dt = \int_0^t (-2m\pi^2 \cos \pi t - 4a \sin \pi t - 2a\pi \sin \pi t) dt =$$

$$= 2m\pi \sin \pi t + (4a\pi + 2a)(1 - \cos \pi t), \quad (43)$$

$$S_{2y}(t) = \int_0^t F_{2y}(t) dt = \int_0^t (-4m\pi^2 \sin \pi t - 0,5bt + 4a\pi \cos \pi t) dt =$$

$$= -2m\pi(1 - \cos \pi t) - \frac{bt^2}{4} + 4a \sin \pi t, \quad (44)$$

$$S_{2z}(t) = \int_0^t F_{2z}(t) dt = \int_0^t (-2c \cos \pi t + 0,5a) dt = -\frac{2c}{\pi} + 0,5at; \quad (45)$$

$$S_{Rx} = \int_0^t R_x(t) dt = 2\mu\pi \int_0^t \sin \pi t dt = 2\mu(1 - \cos \pi t), \quad (46)$$

$$S_{Ry} = \int_0^t R_y(t) dt = -4\mu\pi \int_0^t \cos \pi t dt = -4\mu\pi \sin \pi t, \quad (47)$$

$$S_{Rz}(t) = \int_0^t R_z(t) dt = -0,2 \int_0^t dt = -0,2t \quad (48)$$

Мазкур импульсларнинг графигида *Matchad* ёрдамида кейинроқ кўриб чиқамиз.

4. Моддий нуқта тезлик модули  $V_1$  га эришадиган энг яқин момент  $t = t_1$  нива шу моментдаги кучлар импульсларининг миқдори, нуқта ҳаракат миқдорининг модулини аниқлаш.

$t = t_1$  ни аниқлаш учун (34) формуладан фойдаланамиз:

$$V_1^2 = 4\pi^2 \sin^2 \pi t + 16\pi^2 \cos^2 \pi t + 0,5^2$$

бу ердан

$$t_1 = \frac{1}{\pi} \arccos \left( \frac{V_1^2 - 0,5^2 - 4\pi^2}{12\pi^2} \right) = 0,247c.$$

келиб чиқади.

$t = t_1$  бўлганда тезлик проекцияси, модули ва нуқта ҳаракат миқдори қуйидагича:

$$V_{1x} = -4,403 \text{ м/с}, V_{1y} = 8,964 \text{ м/с}, V_{1z} = 0,5 \text{ м/с};$$

$$V = \sqrt{V_{1x}^2 + V_{1y}^2 + V_{1z}^2}, V = 9,999 \text{ м/с}, mV = 30 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$$

$t = t_1$  ни (40 - 48) га қўйсак,

$$S_{1x} = 0,73 \text{ Нс}, S_{1y} = 0,007 \text{ Нс}, S_{1z} = 0,357 \text{ Нс};$$

$$S_{2x} = -14,169 \text{ Нс}, S_{2y} = -9,692 \text{ Нс}, S_{2z} = -0,307 \text{ Нс};$$

$$S_{Rx} = 0,229 \text{ Нс}, S_{Ry} = 1,121 \text{ Нс}, S_{Rz} = -0,049 \text{ Нс}$$

келиб чиқади.

Энди масалани *Matchad* математик пакет ёрдамида қандай ечишни кўриб чиқамиз.

Берилган:

$$\begin{aligned}
t_k &:= \frac{3}{2} & m &:= 3 & b &:= 2 & c &:= 0.5 & d &:= 0.8 & \mu &:= 0.4 \\
x(t) &:= 2 \cdot \cos(\pi \cdot t) & y(t) &:= 4 \cdot \sin(\pi \cdot t) & z(t) &:= 0.5t & V &:= 10
\end{aligned}$$

Моддий нуқта тезлигининг проекциялари ва тезлик модули мос равишда қуйидагича:

$$\begin{aligned}
V_x(t) &:= \frac{d}{dt} x(t) & V_y(t) &:= \frac{d}{dt} y(t) & V_z(t) &:= \frac{d}{dt} z(t) & V(t) &:= \sqrt{V_x(t)^2 + V_y(t)^2 + V_z(t)^2} \\
V_x(t) &\rightarrow -2 \cdot \pi \cdot \sin(\pi \cdot t) & V_y(t) &\rightarrow 4 \cdot \pi \cdot \cos(\pi \cdot t) & V_z(t) &\rightarrow 0.5 & V(t_k) &= 6.303
\end{aligned}$$

Моддий нуқта тезланишининг проекциялари ва тезланиш модули мос равишда бундай бўлади:

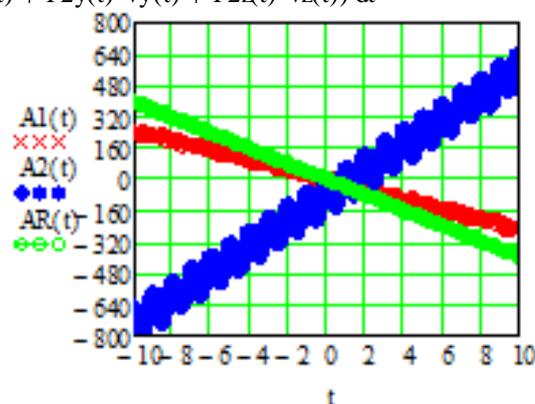
$$\begin{aligned}
a_x(t) &:= \frac{d}{dt} V_x(t) & a_y(t) &:= \frac{d}{dt} V_y(t) & a_z(t) &:= \frac{d}{dt} V_z(t) \\
a(t) &:= \sqrt{a_x(t)^2 + a_y(t)^2 + a_z(t)^2} & a(t_k) &= 39.478
\end{aligned}$$

→  
F1(t) нинг проекциялари ва уларнинг бажарган иши мос равишда қуйидагича топилади:

$$\begin{aligned}
b &:= 2 & c &:= 0.5 & d &:= 0.8 & \mu &:= 0.4 \\
F1_x(t) &:= b \cdot y(t) & F1_y(t) &:= c \cdot z(t) & F1_z(t) &:= d \cdot x(t) \\
A1(t) &:= \int_0^t (F1_x(t) \cdot V_x(t) + F1_y(t) \cdot V_y(t) + F1_z(t) \cdot V_z(t)) dt & A1(t_k) &= -39.772
\end{aligned}$$

→  
F2(t) нинг проекциялари ва уларнинг бажарган иши мос равишда қуйидагича аниқланади:

$$\begin{aligned}
F2_x(t) &:= m \cdot a_x(t) - F1_x(t) + \mu \cdot V_x(t) & F2_y(t) &:= m \cdot a_y(t) - F1_y(t) + \mu \cdot V_y(t) \\
F2_z(t) &:= m \cdot a_z(t) - F1_z(t) + \mu \cdot V_z(t) \\
AR(t) &:= \int_0^t (R_x(t) \cdot V_x(t) + R_y(t) \cdot V_y(t) + R_z(t) \cdot V_z(t)) dt \\
A2(t) &:= \int_0^t (F2_x(t) \cdot V_x(t) + F2_y(t) \cdot V_y(t) + F2_z(t) \cdot V_z(t)) dt & A2(t_k) &= -78.513
\end{aligned}$$



Энди  $t_1$  вақтни ҳисоблаймиз:

$$\underline{v_1} := 10 \quad f(t) := v_1^2 - v(t)^2 \quad t_1 := \text{root}(f(t), t, 0, 0.3) \quad t_1 = 0.247$$

Моддий нуқтанинг ҳаракат миқдори бундай бўлади:

$$m \cdot v(t_1) = 30$$

$\vec{F}_1(t)$  ва  $\vec{F}_2(t)$  кучлар импульсларининг проекцияси мос равишда қуйидагича:

$$S1_x(t) := \int_0^t F1_x(t) dt \quad S1_y(t) := \int_0^t F1_y(t) dt \quad S1_z(t) := \int_0^t F1_z(t) dt \quad S1(t) := \sqrt{S1_x(t)^2 + S1_y(t)^2 + S1_z(t)^2}$$

$$S1_x(t_1) = 0.73 \quad S1_y(t_1) = 7.636 \times 10^{-3} \quad S1_z(t_1) = 0.357 \quad S1(t_1) = 0.813$$

$$S2_x(t) := \int_0^t F2_x(t) dt \quad S2_y(t) := \int_0^t F2_y(t) dt \quad S2_z(t) := \int_0^t F2_z(t) dt$$

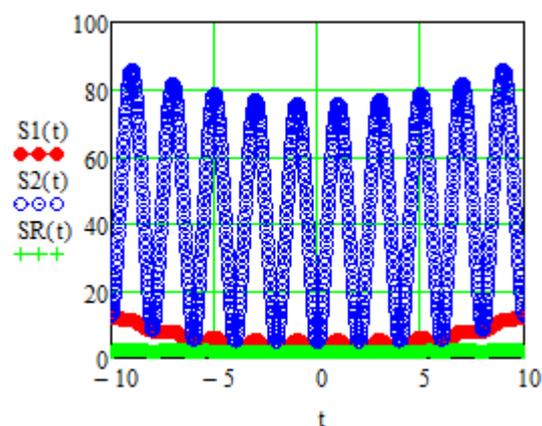
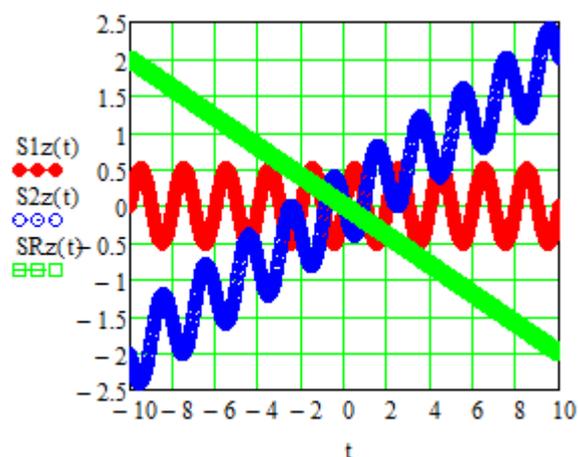
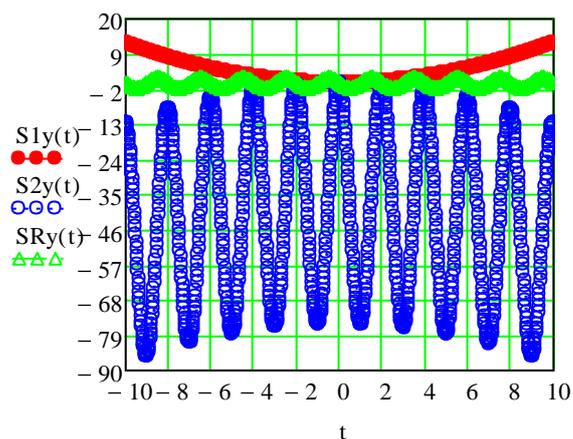
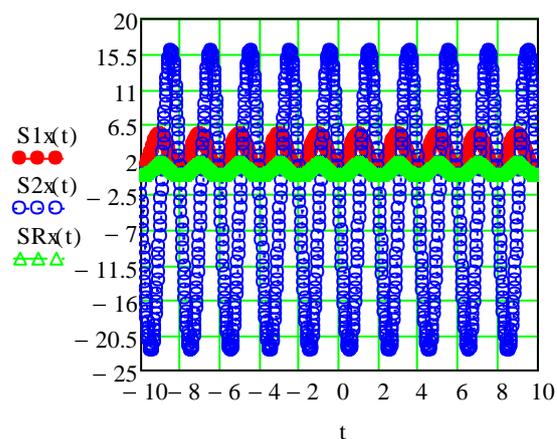
$$S2_x(t_1) = -14.169 \quad S2_y(t_1) = -9.692 \quad S2_z(t_1) = -0.307 \quad S2(t) := \sqrt{S2_x(t)^2 + S2_y(t)^2 + S2_z(t)^2}$$

$$SR_x(t) := \int_0^t R_x(t) dt \quad SR_y(t) := \int_0^t R_y(t) dt \quad SR_z(t) := \int_0^t R_z(t) dt \quad S2(t_1) = 17.169$$

$$SR_x(t_1) = 0.229 \quad SR_y(t_1) = -1.121 \quad SR_z(t_1) = -0.049 \quad SR(t) := \sqrt{SR_x(t)^2 + SR_y(t)^2 + SR_z(t)^2}$$

$$SR(t_1) = 1.146$$

Юқоридаги куч импульсларнинг графиклари қуйидагича бўлади:



## НАЗАРИЙ МЕХАНИКАДАН ҲИСОБ-ГРАФИК ИШЛАРИНИ БАЖАРИШГА ТАВСИЯ ВА УМУМИЙ ТАЛАБЛАР

Талабалар топшириқни бажариш учун аввал назарияда берилган мавзуларни чуқур таҳил қилиши, назарияда ва амалиётда ҳал этилган мисол ҳамда масалаларни ўзлаштириши лозим. Топшириқни бажаришда расмни масштаб танлаб қаламда чизиши ва масала шартини ёзиб олиши керак. Расмда барча бурчаклар, жисмлар сони ва уларнинг жойлашиши масала шартига мос келиши лозим.

Чизма аниқ кўзга ташланиши, унинг ўлчамлари аниқ кўрсатилиши шарт. Масала ечилганда қисқа тушунтириш берилиши, қандай формулалар ёки теоремалар қўлланиши, у ёки бу натижалар қаердан келиб чиққанлиги

муфассал тушунтирилиши, ҳисоблашларнинг бориши тўлиқ кўрсатилган бўлиши шарт.

Топшириқ А4 форматдаги оқ қоғозда бажарилиб, тақриз учун жой (поля) колдирилади. Юқоридаги талабларга жавоб бермайдиган ишлар текширилмасдан тузатиш учун қайтариб берилади. Талабаларга топшириқ ва топшириқ вариантларини ўзларининг амалиёт устозлари белгилаб беради.

Вариант бўйича бажарилмаган мустақил ва ҳисоб-график ишлари ҳимоя қилишга қўйилмайди. Ҳисоб-график ишлари ўқув графиги бўйича ҳимояга қўйилади. Талаба топшириқни ҳимоя қилаётганда амалий машғулотда ҳал этиладиган типик масала ечишни ҳамда топшириққа мос келган назарий саволларга жавоб бера олиши керак. Талабалар тақриз қилувчига бир йўла бир нечта ҳисоб-график ишларни олиб келиши тавсия этилмайди, чунки тақриз қилиш кечикади. Натижада талаба камчилигини ўз вақтида билиб ва уни тузата олмайди.

## ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. **Абдукаримов А.** Чизикли векторлар алгебраси, Т — 2006
2. **Бертяев В.** Теоретическая механика на базе Mathcad практикум, Санкт-Петербург — 2005
3. **Гурский Д.В.** Вычисления в Mathcad , Минск — 2003
4. **Доев В.С., Доронин Ф.А.** Сборник заданий по теоретической механике на базе Mathcad , М — 2010
5. **Макаров Е.Г.** Mathcad. Учебный курс. Питер, 2009
6. **Mavlonov Т.М.** Nazariy mexanika. TTYEST.,2009

7. Mirsaidov M.M., Boymurodova L.I., G‘iyosova N.T. Nazariy mexanika. — “ILM ZIYO”., T., 2009.

8. Яблонский А. А., Норейко С. С., и др. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике. “Высшая школа”, М., 1985.

## М У Н Д А Р И Ж А

Кириш.....	3
1– топширик (статика).....	4
2-топширик (кинематика).....	18
3- топширик (динамика).....	28
Назарий механикадан ҳисоб-график ишларини бажаришга тавсия ва умумий талаблар.....	37
Фойдаланилган адабиётлар.....	38

Ҳисоб-график ишларининг титул варағини расмийлаштириш намунаси

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ  
ҚИШЛОҚ ВА СУВ ХЎЖАЛИГИ ВАЗИРЛИГИ  
ТОШКЕНТ ИРРИГАЦИЯ ВА МЕЛИОРАЦИЯ  
ИНСТИТУТИ  
“НАЗАРИЙ ВА ҚУРИЛИШ МЕХАНИКАСИ”  
кафедраси

**Факультет:**

**Йўналиш:**

**Босқич:**

**РАСУЛОВ ШОКИР САИДОВИЧ**

**НАЗАРИЙ МЕХАНИКАДАН  
МУСТАҚИЛ (ҲИСОБ-ГРАФИК) ИШИ №**

**“Ҳимоя балли”**

\_\_\_\_\_

(ИМЗО)

“\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ йил

**ТОШКЕНТ– 2015**

**МОВЛОНОВ ТЎЛҚИН МОВЛОНОВИЧ  
ҒИЁСОВА НАРГИЗА ТАЛИБОВНА**

**“НАЗАРИЙ МЕХАНИКА”**

**фанининг ҳисоб-график**

**ишларини ЭҲМ ёрдамида бажариш учун**

**услубий кўрсатма**

**Маъсул муҳаррир:**            **Л.И.Боймуродова, ф.м.ф.н.,доц.**

**Муҳаррир:**                    **М.Нуртоева**

**Мусаххих:**                    **Н.Абдурахмонова**

Босишга рухсат этилди:        2015 й. Қоғоз ўлчами 60x84. 1/16.

Ҳажми 2,4 б.т. 15 нусха. Буюртма №

ТИМИ босмахонасида чоп этилди.

Тошкент-100000. Қори-Ниёзий кўчаси 39 уй.