

Molodoy uchenyy [Young Scientist]. – 2015. – No. 9. – pp. 358-359. (In Russian)

5. Afanasyeva R.F. Gigienicheskie osnovy proektirovaniya odezhdy dlya zashchity ot kholoda [Hygienic principles of designing clothing for protection against cold]. – M.: Legkaya promyshlennost', 1977. (In Russian)

6. S, Lavanya. (2020). Clothing Comfort-Physiological Status and Psychological Status. International Journal for Modern Trends in Science and Technology. 06. 61-67. 10.46501/IJMTST0609S10.

7. Uemae, Mayumi & Uemae, Tomohiro & Kamijo, Masayoshi. (2015). Differences of Psychological and Physiological Responses between Mono- and Multi-sensory Information on Clothing Pressure Sensation. International Journal of Affective Engineering. 14. 51-56. 10.5057/ijae.14.51.

8. Awais, Muhammad & Krzywinski, Sybille & Wendt, Ellen. (2018). Thermal simulation of human body-clothing-environment system.. 10.5281/zenodo.1404458.

9. Rahman, Osmud & Yu, Hong. (2018). A study of Canadian female baby boomers: Physiological and psychological needs, clothing choice and shopping motives. Journal of Fashion Marketing and Management. 22. 509-526. 10.1108/JFMM-09-2017-0100.

10. Li, J. & Wang, Y.-Y & Wu, H.-Y. (2005). Skin sensitive difference of human body sections under

clothing comparative judging of body sections' cold sensitivity sequence. 22. 26-29.

11. Munir, Abdul & Muslimsyah, & Sofyan, Sofyan. (2009). A determination of neutral temperature in air conditioned room on the basis of physiological and psychological responses of the human body in low activity.

12. Bolaji, Josephine. (2025). Impact of the female body shape on clothing size and fit: comfort versus safety. Research Journal of Textile and Apparel. 10.1108/RJTA-06-2024-0095.

13. Lei, Shen & Xiangfang, Ren & Jianbin, Wu & Han, Chen & Jianyong, Ouyang. (2022). Study on body area network of smart clothing for physiological monitoring. International Journal of Distributed Sensor Networks. 18. 155014772110612. 10.1177/15501477211061251.

14. Lin, Zixuan & Wu, Zixuan. (2024). The Rise of Genderless Clothing and Its Impact on Gender Relations. Journal of Education, Humanities and Social Sciences. 43. 21-28. 10.54097/wre8cv98.

15 Kim, Yang-Weon & Lim, Ji-Young. (2011). The Effect of Clothing Weights on Clothing Microclimate and Physiological Responses of the Human Body under an Air-conditioning Environment in Summer. Textile Science and Engineering. 48.

16. Guan, Weili & Song, Xuemeng & Zhou, Dongliang & Nie, Liqiang. (2025). Diverse Collocated Clothing Synthesis for Outfit Recommendation. 10.1007/978-3-031-81048-0_7.

МРНТИ 64.33.14

<https://doi.org/10.48184/2304-568X-2025-2-236-246>

ТІГІН МАШИНАСЫНЫҢ МЕХАНИЗМДЕРІНІҢ ОРЫНЖАЙ ФУНКЦИЯЛАРЫНЫҢ ҮШБҰРЫШ ТӘСІЛІМЕН АНЫҚТАУ

Ж. УСЕНБЕКОВ *, Г. БАҚЫТЖАН 

(Алматы технологиялық университеті,

Қазақстан Республикасы, 050012, Алматы қ., Төле би көш., 100)

Автор-корреспонденттің электрондық поштасы: Zh.usenbekov@mail.ru*

Орындалатын тігістердің сапасы көбінесе тігін жұмыс құралдарының өзара әрекеттесуіне байланысты, сондықтан кинематикалық цикл кезінде олардың нақты орналасуы маңызды. Жұмыс құралдарының орналасуын механизмнің орынжай функциясымен анықталады. Механизмдердің орынжай функциясы олардың кинематикалық схемаларын талдау арқылы құрастырылады. Тәжірибеде тұйық векторлық контурлар әдісі және үшбұрыш әдісі кеңінен қолданылады. Тігін машиналарының жалпақ күрделі кинематикалық механизмдері үшін қолдану амбебап бағдарламаларды әзірлеуге мүмкіндік береді, бұл үшін буындар мен диадтардың модификацияларының құрамдастарын иерархиялық құрылымдық модульдерге таратып, олар үшін дайындалған ішкі бағдарламаларды негізгі бағдарламаға таңдап, құрастыруға мүмкіндік береді. Жұмыста Python тіліндегі ішкі бағдарламалар құрып, олардың 852 класс тігін машинасының механизміне қолданылуы көрсетілген. Бұл ретте буындар мен диадтық топтардың модификациялары бойынша механизмнің структуралық құрылымдауы көрсетілген, бұл жұмыс құралдарының орналасу функцияларын есептеу және олардың графиктерін құрудың жиынтық бағдарламасын жасауға мүмкіндік берді. Есептелген деректерді талдау механизмнің жоғары сапалы жұмысын және жұмыс құралдарының өзара әрекетін қамтамасыз етеді.

Негізгі сөздер: тігін машинасы, орынжай функциялар, буындар мен диадтардың модификациясы, иерархиялық құрылымдық схемалар.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФУНКЦИИ ПОЛОЖЕНИЯ МЕХАНИЗМОВ ШВЕЙНЫХ МАШИН МЕТОДОМ ТРЕУГОЛЬНИКОВ

Ж. УСЕНБЕКОВ*, Г. БАКЫТЖАН

(Алматинский технологический университет,
Республика Казахстан, 050012, г. Алматы, ул. Толе би, 100)
Электронная почта автора корреспондента: Zh.usenbekov@mail.ru*

От взаимодействия рабочих инструментов швейных машин во многом зависит качество выполняемых стежков, поэтому точное место расположения их в процессе кинематического цикла имеет важное значение. Местоположение рабочих инструментов определяется функцией положения механизма. Функция положения механизмов определяется анализом их кинематических схем. На практике наиболее широко применяется метод замкнутых векторных контуров и метод треугольников. Применение метода замкнутых векторных контуров не универсально по сравнению с методом треугольников. Применение этих методов для плоских, сложных по кинематике механизмов швейных машин позволяет разработать универсальные программы, предварительно распределив составляющие модификации звеньев и диад на иерархические структурные модули и для них подбирать и компоновать основную программу из подготовленных подпрограмм. В работе приведены подпрограммы на языке Python, применительно к механизму швейной машины 852 кл. При этом показана структурная схема механизма по модификациям звеньев и диадных групп, что позволила разработать сводную программу расчета функций положения рабочих инструментов и построить их графики. Анализ расчетных данных позволит обеспечить качественную работу механизма и взаимодействие рабочих инструментов.

Ключевые слова: швейная машина, функция положения, модификация звеньев и диадов, иерархическая структурная схема, метод треугольников.

DETERMINING THE POSITION FUNCTION OF SEWING MACHINE MECHANISMS USING THE TRIANGLE METHOD

ZH. USENBEKOV*, G. BAQYTZHAN

(Almaty Technological University, Kazakhstan, 050012, Almaty, Tole bi str., 100)
Corresponding author's e-mail: Zh.usenbekov@mail.ru*

The quality of the stitches performed largely depends on the interaction of the working tools of sewing machines, so their exact location during the kinematic cycle is important. The location of the working tools is determined by the function of the position of the mechanism. The position function of the mechanisms is determined by analyzing their kinematic schemes. In practice, the method of closed vector contours and the triangle method are most widely used. The use of the closed vector contour method is not universal compared to the triangular contour method. The use of these methods for flat, kinematically complex sewing machine mechanisms makes it possible to develop universal programs by pre-distributing the component modifications of links and dyads into hierarchical structural modules and selecting and composing the main program from the prepared subprograms for them. The paper presents routines in the Python language, applied to the mechanism of the sewing machine 852 cl. At the same time, a structural diagram of the mechanism for modifications of links and dyadic groups is shown, which made it possible to develop a summary program for calculating the position functions of working tools and plot their graphs. The analysis of the calculated data will ensure the high-quality operation of the mechanism and the availability of working tools.

Keywords: sewing machine, position function, modification of links and dyads, hierarchical structural scheme, triangle method.

Kіpіcne.

Қазіргі заманғы нарықтық жағдайлар, халықтың әртүрлі сәнді және жоғары сапалы киімдерге сұранысын қанағаттандыру тігін кәсіпорындарының жабдықтарына талаптарды

күшейтті, олардың ішінде тігін машиналарына қойылатын талаптардың орындалуының маңызы үлкен. Сондықтан тігін машиналарының иіктіректі механизмдерінің параметрлерін, олардың орынжайлық

функциясын талдау және оңтайлы синтездеудің компьютерлік жүйесін жасау маңызды және өзекті міндет болып табылады. Бұл жағдай механизмдердің сапасын жақсартуға, оларды жобалау (қайта құрамдау) уақытын айтарлықтай қысқартуға, сайып келгенде, тігін бұйымдарының сапасын жақсартуға мүмкіндік береді.

Зерттеудің мақсаты тігін машиналарының иінтіректі механизмдерінің кинематикасын талдаудың оңтайлы, әдістемелік-алгоритмдік және бағдарламаларын қамтамасыз етуді орындау болады.

Зерттеу материалдары мен әдістері.

Жұмыс құралдарының өзара орнығуын және иінтіректі механизмдердің дәлдігін статистикалық сынақ (Монте-Карло) әдісімен есептеулерде механизмнің орынжай функциясы деп аталатын теңдеу $Z(q_i, \varphi_j)$ қажет. Бұл теңдеу механизмнің жетектегі буынының орналасу координатының φ_j механизм φ_j жалпы координаты және q_i параметрлерінің тәуелділігін көрсетеді.

Графикалық және графоаналитикалық әдістермен механизмдердің орынжай функциясын есептеу жоғары дәлдікті бермейді және де олармен есептеуді орындау қиын, әрі заманауи есептеу техникасын қолдануға мүмкіндік бермейді [1, 2]. Бұл жағдай әсіресе тігін машинасының механизмдері үшін қолайсыз, өйткені машина кейбір жұмыс аспаптарының қозғалу дәлдігіне қойылатын талап мөлшері 0,2-ден 0,3 мм –ге дейінгі аралықта жатады. Бұл шамалар есептеу қатесімен шамалас [3].

Графикалық және графоаналитикалық әдісінің кемшіліктері машина механизмдерінің жұмыс сенімділігіне талаптарының өсуі және соңғы жылдары аналитикалық есептеу әдістерінің дамуына алып келді.

Механизмдерді кинематикалық талдаудағы В.А.Зиновьевтің тұйықталған векторлық әдісінің тәжірибеде алатын орны айрықша [4, 5, 6]. Бірақ бұл тұйықталған векторлық әдісі әмбебап емес, өйткені қарастыратын механизм схемасы өзгерген жағдайда есептеуді басынан бастап қайта жүргізу қажет.

Иінтіректі механизмдерді талдау үшін орындалған латвия инженері және ғалымы О. Озолдың үшбұрыш әдісін қолданып тұрғызылған аналитикалық тәсіл жоғарыда

келтіргендей кемшіліктері жоқ [7]. Бұл координаттық әдіс компьютерді қолдануға негізделген, әрі тез және автоматты режимде зерттеуді жүргізуге мүмкіндік береді. Бұл әдіс иінтіректі жүйелерде күшпен қозғалыстың байланысын, әсіресе күрделі механизмдердегі беріліс қатынасын анықтауда қолайлы. Бұл тәсіл үшбұрыштарды қолданып механизмнің иінтіректеріндегі күштердің, бұрыштардың және ұзындықтарының өзара қатынастары геометрикалық бейнелеуге негізделген. Осы әдісті қолданып тігін машиналарының механизмдердің орынжай функциясын құрудың әмбебап алгоритмін орындап, нақты талдауларға қолданып, зерттеулер жүргіземіз.

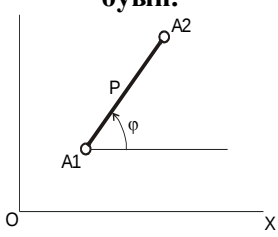
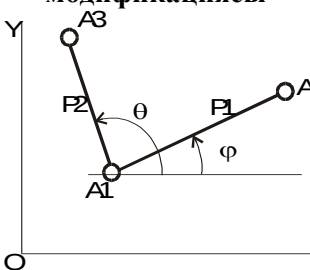
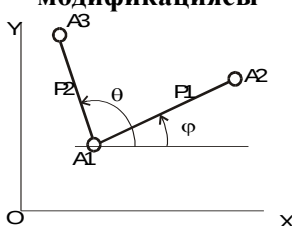
Механизмнің орынжайының, жылдамдықтарының үдеулерінің қарастыру үшін алдыменен оны құрайтын құрылымдық топтармен жеке элементтердің математикалық моделдері болуы қажетті. Механизм буындарының жазықтықтағы координаттар өстеріне байланысты математикалық жазылуын анықтауға болады. Механизмді төменгі деңгейдегі жүйешелерге жіктеу және олар үшін сәйкес моделдерді тұрғызу механизм кинематикасын талдауға қолайлы әмбебап машина бағдарламасын құруға мүмкіндік береді [8].

Зерттеу материалдары мен әдістері

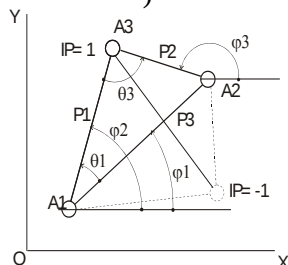
Енді механизмдерінің орынжай функциясын үшбұрыш әдісін қолданып аналитикалық есептеу жолын қарастырайық. Үшбұрыш тәсілін қолдану құрылымдық топтарды реттеп жеке есептеулер болады. Егер жетекші тізбектер біреуден көп болса, онда механизмде жоғары санды айнаымалы мөлшерлі, параметрлі топ болады. Үшбұрыш тәсілін қолданып өзгеретін үшбұрыштың қабырғаларының ұзындықтары және бұрыштары қарастырылады.

Әдіс механизмнің әрбір буынының орнын оның нүктелерінің координаталары арқылы көрсетуге мүмкіндік береді. Бұған кинематикалық теңдеулерді құру және таңдалған анықтамалық жүйеге қатысты сілтемелердің орнын анықтау үшін геометриялық қатынастарды пайдалану арқылы қол жеткіземіз. 1 кестеде жазық механизмдердегі кездесетін буындар мен диадтар модификацияларына қатысты теңдеулеріне сәйкес Python тілінде [9, 10, 11] бағдарламалар тұрғызылған.

Кесте 1. Механизмдердің буындары мен диадтарының модификацияларының орынжай функцияларын Python тілінде есептеу ішкі бағдарламалары.

Буындар	Орынжай функциясын есептеу тендеулері	Python тіліндегі есептеу ішкі бағдарламалары
I модификациялық буын. 	Берілгендері: x_{a1}, y_{a1}, φ, p Анықтау қажеттісі: x_{a2}, y_{a2} Есептеу формулалары: $x_{a2} = x_{a1} + p \cdot \cos \varphi$, $y_{a2} = y_{a1} + p \cdot \sin \varphi$.	<pre>def ub_zveno1(xa1, ya1, fi, p): # Бұрыштарды градустан радианға түрлендіру rad = math.pi / 180 # Координаттарды есептеу xa2 және ya2 xa2 = xa1 + p * math.cos(fi * rad) ya2 = ya1 + p * math.sin(fi * rad) return xa2, ya2</pre>
II буынның модификациясы 	Берілгені: x_{a1}, y_{a1}, x_{a2}, y_{a2}, p_2, θ Анықтау қажеттісі: p_1, φ_1, φ_2, x_{a3}, y_{a3} Есептеу формулалары: $p_1 = \sqrt{(x_{A2} - x_{A1})^2 + (y_{A2} - y_{A1})^2}$, $\varphi_1 = \begin{cases} \arccos \frac{x_{A2} - x_{A1}}{p_1}, & \text{если } y_{A2} \geq y_{A1} \\ 2\pi - \arccos \frac{x_{A2} - x_{A1}}{p_1}, & \text{если } y_{A2} \leq y_{A1} \end{cases}$ $\varphi_2 = \varphi_1 + \theta$ $x_{a3} = x_{a1} + p_2 \cdot \cos \varphi_2$, $y_{a3} = y_{a1} + p_2 \cdot \sin \varphi_2$.	<pre>def zveno2(xa1, ya1, xa2, ya2, p2, utt): # Қашықтықты есептеу p1 p1 = math.sqrt((xa2 - xa1)**2 + (ya2 - ya1)**2) # Бұрышты есептеу fi1 if ya2 >= ya1: fi1 = math.acos((xa2 - xa1) / p1) else: fi1 = (2 * math.pi) - math.acos((xa2 - xa1) / p1) # радиандарда # Бұрыш fi2 fi2 = fi1 + utt * (math.pi / 180) # радианға ауыстыру # Координаттарды есептеу xa3 және ya3 xa3 = xa1 + p2 * math.cos(fi2) ya3 = ya1 + p2 * math.sin(fi2) return xa3, ya3</pre>
III Буынның модификациясы 	Берілгені: x_{a1}, y_{a1}, p_1, p_2, θ, φ_1 Анықтау: x_{a2}, y_{a2}, φ_2, x_{a3}, y_{a3} Есептеудің алгоритмі: $x_{a2} = x_{a1} + p_1 \cdot \cos \varphi_1$, $y_{a2} = y_{a1} + p_1 \cdot \sin \varphi_1$, Берілгені: x_{a1}, y_{a1}, p_1, p_2, θ, φ_1 Анықтау: x_{a2}, y_{a2}, φ_2, x_{a3}, y_{a3} Есептеу алгоритмі: $x_{a2} = x_{a1} + p_1 \cdot \cos \varphi_1$, $y_{a2} = y_{a1} + p_1 \cdot \sin \varphi_1$, $\varphi_2 = \varphi_1 + \theta$ $x_{a3} = x_{a1} + p_2 \cdot \cos \varphi_2$, $y_{a3} = y_{a1} + p_2 \cdot \sin \varphi_2$.	<pre>def zveno3(xa1, ya1, p1, p2, utt, fi1): # Бұрыштарды градустан радианға түрлендіру rad = math.pi / 180 # Координаттарды есептеу xa2 және ya2 xa2 = xa1 + p1 * math.cos(fi1 * rad) ya2 = ya1 + p1 * math.sin(fi1 * rad) # Бұрышты есептеу fi2 fi2 = fi1 + utt * rad # utt бұрышын радианға ауыстыру # Координаттарды ауыстыру xa3 және ya3 xa3 = xa1 + p2 * math.cos(fi2) ya3 = ya1 + p2 * math.sin(fi2) return xa2, ya2, xa3, ya3</pre>

Диадтың бірінші модификациясы (Ауыспалы үшбұрыш болатын диада A_1, A_2, A_3)



Берілгені: $x_{a1}, y_{a1}, x_{a2}, y_{a2}, p_1, p_2, IP$
Анықтау қажеттісі: x_{a3}, y_{a3}

$$p_3 = \sqrt{(x_{a2} - x_{a1})^2 + (y_{a2} - y_{a1})^2}$$

Егер үшбұрыш тұйық болмаса шешім де болмайды немесе төменде келтірілген шарттардың бірі қанағаттандырылмаса да шешімі болмайды:

$$\begin{cases} p_1 + p_2 > p_3 \\ p_3 + p_2 > p_1 \\ p_1 + p_3 > p_2 \end{cases}$$

$$\varphi_1 = \begin{cases} \arccos \frac{x_{a2} - x_{a1}}{p_3}, \text{ если } y_{a2} \geq y_{a1} \\ 2\pi - \arccos \frac{x_{a2} - x_{a1}}{p_3}, \text{ если } y_{a2} < y_{a1} \end{cases}$$

$$\theta_1 = \arccos \frac{p_1^2 + p_3^2 - p_2^2}{2p_1p_3}$$

$$\theta_3 = \arccos \frac{p_1^2 + p_2^2 - p_3^2}{2p_1p_2}$$

$$\varphi_2 = \begin{cases} \varphi_1 + \theta_1, \text{ если } IP = 1 \\ \varphi_1 - \theta_1, \text{ если } IP = -1 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} x_{A3} &= x_{A1} + p_1 \cdot \cos \varphi_2 \\ y_{A3} &= y_{A1} + p_1 \cdot \sin \varphi_2 \end{aligned}$$

def diada1(xa1, ya1, xa2, ya2, p1, p2, ip):

Қашықтықты есептеу p3
p3 = math.sqrt((xa2 - xa1)**2 + (ya2 - ya1)**2)

Үшбұрыштың тұйықталу шарттарын тексеру
if (p1 + p2) <= p3 or (p1 + p3) <= p2 or (p3 + p2) <= p1:
print("Үшбұрыш жабық емес. Шешім жоқ.")
return None

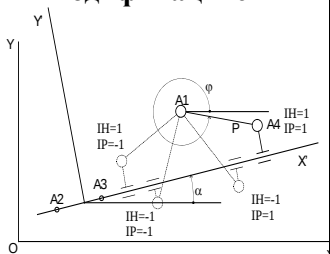
Бұрышты есептеу fi1
if ya2 >= ya1:
fi1 = math.acos((xa2 - xa1) / p3)
else:
fi1 = 2 * math.pi - math.acos((xa2 - xa1) / p3)

Бұрыштарды есептеу utt1 и utt3
utt1 = math.acos((p1**2 + p3**2 - p2**2) / (2 * p1 * p3))
utt3 = math.acos((p1**2 + p2**2 - p3**2) / (2 * p1 * p2))
fi2 байланысты бұрыш ip

if ip == 1:
fi2 = fi1 + utt1
elif ip == -1:
fi2 = fi1 - utt1
else:
raise

Қате ("ip 1 немесе -1 болуы керек")
Координаттарды есептеу xa3 және ya3
xa3 = xa1 + p1 * math.cos(fi2)
ya3 = ya1 + p1 * math.sin(fi2)
return xa3, ya3

Диаданың екінші модификациясы



Берілгені: $x_{a1}, y_{a1}, x_{a2}, y_{a2}, x_{a3}, y_{a3}, p, IP, IH, h$

Анықталуы қажеттісі: x_{a4}, y_{a4}, φ

$$p_2 = \sqrt{(x_{a3} - x_{a2})^2 + (y_{a3} - y_{a2})^2}$$

$$\cos \alpha = \frac{x_{A3} - x_{A2}}{p_2}$$

$$\sin \alpha = \frac{y_{A3} - y_{A2}}{p_2}$$

Егер $d > 0$ болса шешім бар, ал егер бұл шарт орындалмаса шешімі жоқ.

$$x'_{A4} = x'_{A1} + IP \sqrt{d}$$

$$x_{A4} = x_{A2} + x'_{A4} \cdot \cos \alpha - y'_{A4} \cdot \sin \alpha,$$

$$y_{A4} = y_{A2} + y'_{A4} \cdot \cos \alpha + x'_{A4} \cdot \sin \alpha.$$

def diada2(xa1, ya1, xa2, ya2, xa3, ya3, p, ip, ih, h):

p2 есептеу
p2 = math.sqrt((xa3 - xa2)**2 + (ya3 - ya2)**2)

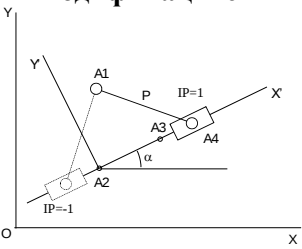
cos және sin есептеу
cosa = (xa3 - xa2) / p2
sina = (ya3 - ya2) / p2

Координаттарды қалыпқа келтіру

$$xa1n = (xa1 - xa2) * cosa + (ya1 - ya2) * sina$$

$$ya1n = (ya1 - ya2) * cosa - (xa1 - xa2) * sina$$

Биіктік
ya4n = ih * h
d есептеу

	Егер $y_{A4} \geq y_{A1}$, онда $\varphi = \arccos \frac{x_{A4} - x_{A1}}{p}, y_{A4} < y_{A1},$ онда $\varphi = 2\pi - \arccos \frac{x_{A4} - x_{A1}}{p}$	$d = p^2 - (y_{A1} - y_{A4})^2$ if $d \leq 0$: Басып шығару ("Шешім жоқ. SUBdiada2") Қайтару жоқ # x_{A4n} есептеу $x_{A4n} = x_{A1n} + ip * \text{math.sqrt}(d)$ # x_{A4} және y_{A4} есептеу $x_{A4} = x_{A2} + x_{A4n} * \cos \alpha - y_{A4n} * \sin \alpha$ $y_{A4} = y_{A2} + y_{A4n} * \cos \alpha + x_{A4n} * \sin \alpha$ # φ бұрышын есептеу if $y_{A4} \geq y_{A1}$: $\varphi = \text{math.acos}((x_{A4} - x_{A1}) / p)$ басқа: $\varphi = 2 * \text{math.pi} - \text{math.acos}((x_{A4} - x_{A1}) / p)$ return x_{A4}, y_{A4}, φ
Диаданың үшінші модификациясы 	Берілгені: $x_{A1}, y_{A1}, x_{A2}, y_{A2}, x_{A3}, y_{A3}, p, IP$ Анықтау қажеттісі: x_{A4}, y_{A4} Диаданың орынжайын анықтайтын формулалар: $p_1 = \sqrt{(x_{A3} - x_{A2})^2 + (y_{A3} - y_{A2})^2}$ Координаттардың дербес жүйесіне көшу: $\cos \alpha = \frac{x_{A3} - x_{A2}}{p_1},$ $\sin \alpha = \frac{y_{A3} - y_{A2}}{p_1}.$ $x'_{A1} = (x_{A1} - x_{A2}) \cdot \cos \alpha + (y_{A1} - y_{A2}) \cdot \sin \alpha,$ $y'_{A1} = (y_{A1} - y_{A2}) \cdot \cos \alpha - (x_{A1} - x_{A2}) \cdot \sin \alpha.$ Дербес координаттар жүйесінде $X'A_2Y'$ шешу $y'_{A4} = 0, d = p^2 - (y'_{A1} - y'_{A4})^2.$ Егер $d > 0$ болса, онда шешім бар, ал егер бұл шарт орындалмаса шешімі жоқ. $x'_{A4} = x'_{A1} + IP \sqrt{d},$ $x_{A4} = x_{A2} + x'_{A4} \cdot \cos \alpha - y'_{A4} \cdot \sin \alpha,$ $y_{A4} = y_{A2} + y'_{A4} \cdot \cos \alpha + x'_{A4} \cdot \sin \alpha.$	def diada3($x_{A1}, y_{A1}, x_{A2}, y_{A2}, x_{A3}, y_{A3}, p, ip$): # p_1 есептеу $p_1 = \text{math.sqrt}((x_{A3} - x_{A2})^2 + (y_{A3} - y_{A2})^2)$ # $\sin$ және $\cos$ есептеу $\sin \alpha = (y_{A3} - y_{A2}) / p_1$ $\cos \alpha = (x_{A3} - x_{A2}) / p_1$ # Координаттарды қалыпқы келтіру $x_{A1n} = (x_{A1} - x_{A2}) * \cos \alpha + (y_{A1} - y_{A2}) * \sin \alpha$ $y_{A1n} = (y_{A1} - y_{A2}) * \cos \alpha - (x_{A1} - x_{A2}) * \sin \alpha$ # Биіктік $y_{A4n} = 0$ # d есептеу $d = p^2 - (y_{A1n} - y_{A4n})^2$ if $d \leq 0$: Басып шығару ("Шешім жоқ. Sub diada3") return None # x_{A4n} есептеу $x_{A4n} = x_{A1n} + ip * \text{math.sqrt}(d)$ # x_{A4} және y_{A4} есептеу $x_{A4} = x_{A2} + x_{A4n} * \cos \alpha - y_{A4n} * \sin \alpha$ $y_{A4} = y_{A2} + y_{A4n} * \cos \alpha + x_{A4n} * \sin \alpha$ return x_{A4}, y_{A4}

Есептеу нәтижесін дер кезінде өңдеу үшін графикалық ішкі бағдарлама модулі құрылған. Ішкі бағдарламада график тұрғызу үшін Matplotlib библиотекасы қолданылған.

Нәтижелері және оларды талқылау

Енді осы қарастырылған әдісті тігін машинасының механизмдеріне қолдану жағдайын қарастырайық. Тігін машиналарында төрткілдекті жылжыту механизмдері көп

таралған. Тігін машиналарында жылжытушы механизмдерінің төрткілдештерінің қозғалыс траекториясы тұйық бұлғақтық қисығы түрінде, эллипстік сызыққа жақын (төрткілдештің орта тісінің нүктесі көрсететін қозғалысымен бағалауға болады).

Әдетте, төрткілдештің орта тісінің траекториясының ине тақташасының бетінің деңгей сызығымен, төрткілдештің алдымен жоғары содан кейін төмен қозғалысы кезінде қиылысатын нүктелер ара қашықтығын жылжыту қадамы деп есептелінеді. Тігін машинасындағы өңделінетін маталардың жылжыту, төрткілдешті механизмдеріне қойылатын талаптары өте қатал [12, 13, 14]. Бұл талаптардың қамтамасыз етілуі механизмнің дәлдігімен тікелей байланысты. Жылжыту механизмдеріндегі қателер жылжыту қадамының мөлшерін өзгертіп жібереді, кейде

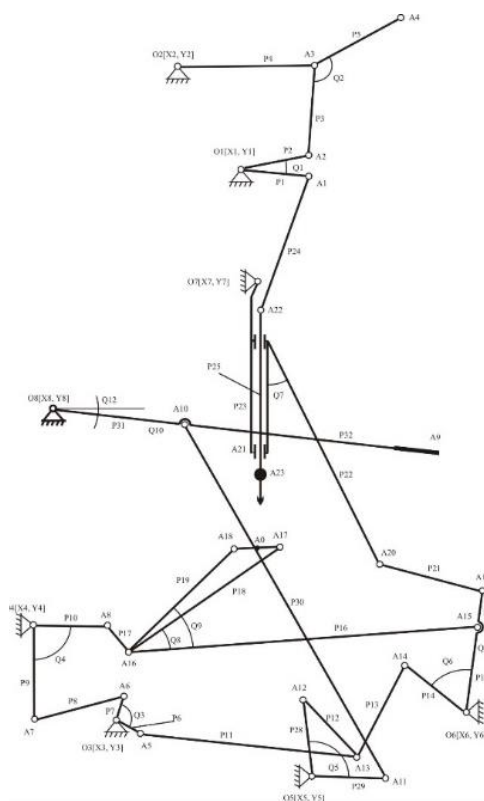
механизмнің істен шығып, тоқтап қалуына алып келеді. Осыған орай механизмдердің дәлдігін зерттеу қажет. Зерттеу кезінде қажетті ақпараттың бірі жеке кинематикалық тізбектердің орынжай функциясын анықтаумен байланысты.

852 класты тігін машинасының ауытқитын ине, материал жылжыту, жіпбергіш иінтіректі механизмдері үшін үшбұрыш тәсілін қоданып, орынжай функцияларын есептеу қатарын қарастырайық [12, 15].

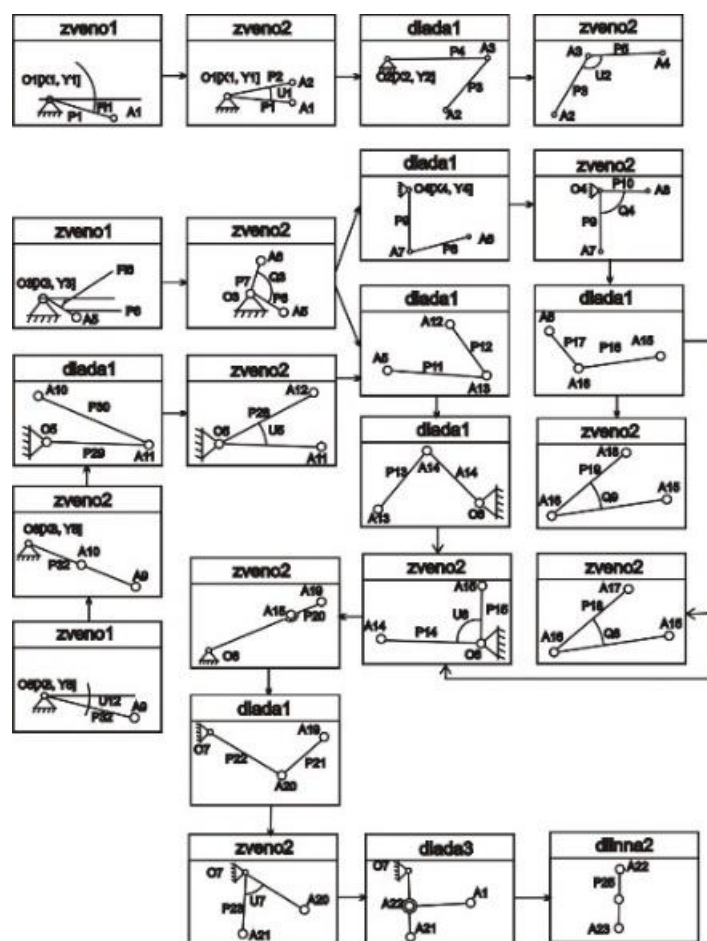
Бұл механизмдердің кинематикалық схемалары және иерархиялық құрылымдары 1 және 2 суреттерінде көрсетілген.

Механизмдердің орналасу қатарларын қарастыру кезінде, басты білікке бекітілген жетекші қосиін қисықиін P1 және үлестіру білігіне бекітілген қосиінмен P6 орналасу бұрыштары 0 – ден 2π – ге дейін өзгертілді:

$$\varphi_i := \varphi_i + \frac{2\pi}{n}, \quad i = \overline{1, n}.$$



Сурет 1. 852 кл. ПМЗ тігін машинасындағы механизмдерінің кинематикалық схемасы.



Сурет 2. 852 кл. ПМ3 тігін машинасындағы механизмдерінің иерархиялық құрамы.

Материалдарды жылжыту механизмінде инетепшім ұзындығын өзгертіп реттеу механизмі және кері қозғалту торабы бар (P32 иітірегі). Инетепшім мөлшерін өзгерту кезінде иітіректер жүйесі және жалғастыру буындарының көмегімен (P32+P30+P29, P28+P12) тірек A13 орынжайы өзгертіледі. Есептеу кезінде A13 тіректің орынжайы қозғалмайды деп есептелінеді. Бұл, қарастырып отырған механизмдер құрылымдық топтарға жіктелініп (2 сурет), осы жіктеулерге сәйкес басты бағдарлама берілгендер базасынан қажетті құрылымдық топтардың орналасуын есептеуге арналған ішкі бағдарламалар шақырылады. Арнайы құрастырылған блок-схема бойынша Python тілінде механизмдердің орындаушы құралдарының орынжай функциясын есептеу бағдарламасы тұрғызылды.

Бағдарламаның орындалу нәтижесінде келесі: A4 – жіпбергіш, A17 – оң жақтағы, A18 – сол жақтағы, A0 – ортанғы материалдарды жылжыту төрткілдешінің тістерінің, A23 – ине нүктелерінің графиктері және координатарының мәндері алынған. Есептеу жетекші қосиін айналу 0° -тен 360° -қа дейін $360^\circ/n$ тең қадаммен өзгертіліп жүргізілді. Инешаншым мөлшерін өзгерту және иненің ауытқу мөлшерін өзгерту күйентесі тек бір орналасу жағдайында, бұрыш $Q12=0^\circ$ болған жағдайда есептелінді. Жұмыс құралдарының қозғалу траекториясының графиктері 2 кестеде келтірілген

2 кестеде келтірілген жеке жұмыс құралдарының қозғалыс траекториясының сызбаларын мөлшерлеп, талдап механизмнің жұмыс сапасы тексеріледі.

Кесте 2. Есептеу нәтижесіндегі алынған механизмдегі жұмыс құралдарының қозғалу траекториясының графиктері.

Механизмнің жұмыс құралдары	Орынжай функцияларының графиктері
Жібергіштің орынжай функциясы	
Төрткілдештің ортадағы тісінің орынжай функциясы	
Төрткілдештің солжақтағы шеткі тістің орынжай функциясы	
Төрткілдештің оңжақтағы шеткі тістің орынжай функциясы	
Иненің ауытқу функциясы	

Қорытынды.

Тігісті орындауда машиналарының жұмыс құралдарының өзара қатынасының дәл орындалуы технологиялық үрдістің сапасын қамтамасыз етеді. Жұмыс құралдардың орналасу дәлдігі, оның орынжай функциясымен айқындалады, сондықтан механизмдердің орынжайын, жылдамдықтарын, үдеулерінің қарастыру үшін алдыменен оны құрайтын құрылымдық топтармен жеке элементтерге жіктеп, математикалық моделдерін тұрғызу қажетті. Механизм бұрадының жазықтықтағы координаттар өстеріне байланысты математикалық жазылуын анықтау қажетті

болады. Осыған сәйкес машина механизмдерінде кездесетін буындармен диадтарды қарастырып, О. Озолдың тәсілін қолданып математикалық моделдері құрылып, Python тілінде ішкі бағдарламалар модульдері дайындалды. Механизмді төменгі деңгейдегі жүйешелерге жіктеп, олар үшін сәйкес моделдерді тұрғызу механизм кинематикасын талдауға қолайлы әмбебап машина бағдарламасын құруға мүмкіндік береді.

Дайындаған әдістемені қолдана отырып, 852 кл. ПМЗ тігін машинасындағы жұмыс құралдарының орынжай функцияларын көрсететін бағдарлама құрып, жұмыс

құралдарының қозғалу траекторияларын есептеп сызбалары тұрғызылды. Бұл сызбаларды талдау жұмыс құралдарының жұмыс циклінде өзара әрекеттесуін талдауға мүмкіндік береді. Тәжірибеде тігін машинасының механизмдерінің дәлдігін реттеп, инешаншымды орындаудың сапасын арттыруға мүмкіндік береді.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Фролов К.В. Теория механизмов машин. – М.: Высшая школа, 1987. – 483 с.
2. Галлант М., Госселин С. Особенности плоского 3-RPR параллельного манипулятора с зазором между суставами // Роботика. 2018. Том 36, выпуск 7. С. 1098-1109. DOI:10.1017/S0263574718000279.
3. Диагностирование швейных технологических систем: монография // Ермаков А.С., Писаренко И.В. – М.: РГУТиС, 2013 – 232 с.
4. Зиновьев В.А. Курс теории механизмов и машин. – М.: Наука, 1975.-204 с.
5. Глазунов В., Носова Н., Хейло С. [и др.]. Проектирование и анализ механизма параллельной кинематики с 6-ступенчатой развязкой // Динамическая развязка роботов-манипуляторов / под ред. В. Аракеяна. Springer, 2018. С. 125-170. ISBN 978-3-319-74362
6. Ларюшкин П., Глазунов В., Эрастова К. О максимизации совместных скоростей и обобщенных реакций в рабочем пространстве и анализе особенностей параллельных механизмов // Роботика. 2019. Том 37.-В выпуск 4. -С. 675-690. Идентификационный номер: 10.1017/S026357471800125X
7. Озол О.Г. Аналитический метод треугольников в кинематике плоских рычажных механизмов. В кн.: Анализ и синтез механизмов. – М.: Машиностроение, 1966. С. 128-1447
8. Усенбеков Ж., Омарбеков Т. Техникалық нысандарды математикалық үлгілеу кезіндегі сандық тәсілдерді қолдану. Оқу құралы. –Тараз.: Издательство: Тараз университеті – 2003. – 64 с.
9. Баркер К. Р., Бауманн Дж. Характерные поверхности для создания трехпозиционного движения с помощью плоских механизмов с четырьмя стержнями. // JMTAD. 1987. Том 109. № 2. С.183-188.
10. Баваб С., Сабадо С., Сринивасан У., Кинзел Г.Л., Уолдрон К.Дж. Автоматический синтез кривошипно-шатунных механизмов с четырехпозиционным приводом для создания двух-, трех- или четырехпозиционного движения // JMD. 1997. Том 119.- № 2.- С.225-231.
12. Блехшмидт Дж. Л., Уикер Дж. Дж.. Синтез связей с использованием алгебраических кривых // JMTAD. 1986. 108. Хо 4. с.543-548 . 93. Чеккарелли М., Винчигуэрра А. Примерные четырехполосные

механизмы для вычерчивания окружностей: классический и новый синтез.

13. Усенбеков Ж. Моделирование функции положения механизма транспортирования швейной машины методом анализа кинематической цепи по группам Асура. //Журнал «Индустрия дизайна и технологии» №01-2010, Алматы.: 2010. – С. 34-57.

14. Математическая модель рабочего процесса образования стежка на швейной машине/ Ермаков А.С. – журнал «Вестник Ассоциации вузов туризма и сервиса» №4, М.: РГУТиС, 2008 – С. 71-75

15. Щербань Ю.Ю., Горобец В.А. Исследование механизмов перемещения материалов швейных машин с верхней и нижней транспортирующей рейками. // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. 1986. №2. С. 119-122.

16. Закаря М. М., Гусаров А. В., Сторожев В. В. Анализ структурных ошибок в механизмах перемещения материала машин беспосадочного шва. //Сб. научных трудов., ЦНИИЭИлегпром, 1990.-С. 109-114.

REFERENCES

1. Frolov K.V. Teoriya mekhanizmov mashin [Theory of Mechanisms and Machines]. – Moscow: Higher School, 1987. – 483 p. (In Russian)
2. Gallant M., Gosselin C. Osobennosti ploskogo 3-RPR parallelnogo manipulyatora s zazorom mezhdu sustavami [Singularities of a planar 3-RPR parallel manipulator with joint clearance] // Robotica. 2018. Vol. 36, Issue 7. P. 1098–1109. DOI:10.1017/S0263574718000279. (In Russian)
3. Diagnostirovanie shveinykh tehnologicheskikh sistem [Diagnostic of Sewing Technological Systems: Monograph] // Ermakov A.S., Pisarenko I.V. – Moscow: RSGUTIS, 2013. – 232 p. (In Russian)
4. Zinovyev V.A. Kurs teorii mekhanizmov i mashin [Course on the Theory of Mechanisms and Machines]. – Moscow, Nauka, 1975. – 204 p. (In Russian)
5. Glazunov V., Nosova N., Kheylo S. [et al.]. Proektirovanie i analiz mekhanizma parallelnoi kinematiki s 6-stupenchatoi razvyazkoi [Design and Analysis of the 6-DOF Decoupled Parallel Kinematics Mechanism] // Dinamicheskaya razvyazka robotov-manipulyatorov [Dynamic Decoupling of Robot Manipulators]/ Ed. V. Arakelian. Springer, 2018. P. 125–170. ISBN 978-3-319-74362. (In Russian)
6. Laryushkin P., Glazunov V., Erastova K. O maksimizatsii sovmestnykh skorostei i obobshchennykh reaktsii v rabochem prostranstve i analize osobennostei parallelnykh mekhanizmov [On the Maximization of Joint Velocities and Generalized Reactions in the Workspace and Singularity Analysis of Parallel Mechanisms] // Robotica. 2019. Vol. 37, Issue 4. P. 675–690. DOI: 10.1017/S026357471800125X. (In Russian)
7. Ozol O.G. Analiticheskii metod treugolnikov v kinematike ploskikh rychazhnykh mekhanizmov. V kn.

Analiz i sintez mekhanizmov [Analytical Method of Triangles in the Kinematics of Planar Lever Mechanisms. In: Analysis and Synthesis of Mechanisms]. – Moscow: Machine Engineering, 1966. P. 128-1447. (In Russian)

8. Ussenbekov Zh., Omarbekov T. *Tehnikalyq nysandardy matematikalyq ulgileu kezindegi sandyq tasilderdi qoldanu [Application of Numerical Methods in Mathematical Modeling of Technical Objects].* Textbook. – Taraz: Publishing House, Taraz University – 2003. – 64 p. (In Russian)

9. Barker C. R., Baumann J. *Harakternye poverhnosti dlya sozdaniya trepozicionnogo dvizheniya s pomoshhyu ploskih mekhanizmov s chetyrmya sterzhnyami [Characteristic surfaces for three-position motion generation with planar four-bar mechanisms].* // JMTAD. 1987. Vol. 109. No. 2. pp. 183-188. (In Russian)

10. Bawab S., Sabada S., Srinivasan U., Kinzel G.L., Waldron K.J. *Avtomaticheskii sintez krivoshipno-shatunnykh mekhanizmov s chetyrehpozicionnym privodom dlya sozdaniya dvuh- treh- ili chetyrehpozicionnogo dvizheniya [Automatic Synthesis of Crank Driven Four-Bar Mechanisms for Two, Three, or Four-Position Motion Generation]* // JMD. 1997. Vol. 119. No. 2. pp. 225-231. (In Russian)

11. Blechschmidt J. L., Uicker J. J., Jr. *Sintez svyazei s ispolzovaniem algebraicheskikh krivykh [Linkage synthesis using algebraic curves].* // JMTAD. 1986. Vol. 108. No. 4. pp. 543-548. 93. Ceccarelli M., Vinciguerra A. *Primernye chetyrehpolyusnye mekhanizmy dlya vycherchivaniya okruzhnostei*

klassicheskii i novyi sintez [Approximate four-bar circle-tracing mechanisms: classical and new synthesis]. (In Russian)

12. Ussenbekov Zh. *Modelirovanie funktsii polozheniya mekhanizma transportirovaniya shvejnoi mashiny metodom analiza kinematicheskoi tsepi po gruppam Asura [Modeling the Position Function of a Sewing Machine Transport Mechanism Using the Kinematic Chain Analysis Method by Asur's Groups].* // Journal "Industry of Design and Technology" No. 01-2010, Almaty: 2010. – P. 34-57. (In Russian)

13. *Matematicheskaya model rabocheho processa obrazovaniya stezhka na shveinoi mashine [Mathematical Model of the Stitch Formation Process on a Sewing Machine]* / Ermakov A.S. – Journal of the Association of Universities of Tourism and Service No. 4, Moscow: RSGUTIS, 2008 – pp. 71-75. (In Russian)

14. Shcherban Yu. Yu., Gorobets V.A. *Issledovanie mekhanizmov peremeshheniya materialov shveinykh mashin s verkhnei i nizhnei transportiruyushchei reikami [Research on Material Transport Mechanisms of Sewing Machines with Upper and Lower Transport Rails].* // Izv. Vuzov. Technology of Light Industry. 1986. No. 2. P. 119-122. (In Russian)

15. Zakarya M. M., Gusarov A. V., Storozhev V. V. *Analiz strukturnykh oshibok v mekhanizmakh peremeshheniya materialov mashin besposadochnogo shva [Analysis of Structural Errors in Material Transport Mechanisms of Seamless Stitching Machines].* Collection of Scientific Papers, TsNIEIlegprom, 1990, pp. 109-114. (In Russian)