

**ӘОЖ 620.7.915.073**

**ТРАЕКТОРИЯНЫҢ ПАССИВТІ БӨЛІГІНДЕГІ ЗЫМЫРАНЫҢ ҚОЗҒАЛУЫНА  
ЖЕЛДІҢ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ**

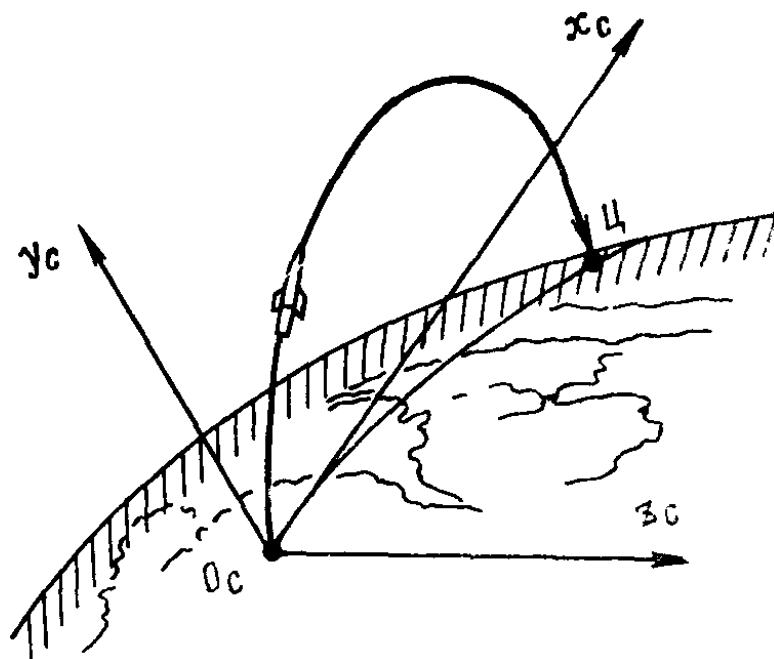
Мәжитова Айжан Дәулетқызы

[mazhitaizhan@gmail.com](mailto:mazhitaizhan@gmail.com)

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ Ғарыштық техника және технологиялар кафедрасының  
магистранты, Нұр-Сұлтан, Қазақстан  
Ғылыми жетекшісі – Қасымов Ө.Т

Старттық координаттар жүйесінде (1 -сурет), негізінен, траекторияның белсенді бөлігі сипатталады. Старттық координаттар жүйесінің басы ретінде зымыранның старт нүктесі қабылданады.  $O_c x_c$  осі Жер бетін старт нүктесінде жанап өтіп, көздеу бағытымен бағытталған.  $O_c y_c$  осі старт нүктесінде тігінен орналасқан.  $O_c z_c$  осі оң жақты координат жүйесін алу үшін  $O_c x_c$  және  $O_c y_c$  остеріне перпендикуляр орналасқан. Сонымен қатар Жермен байланысқан координаттар жүйесі бар. Бұл координаттық жүйе Жермен бірге айналады. Оның басы Жердің бетінде орналасқан немесе старт кезінде ұшу аппарат

орналасқан нүктесіне сәйкес келеді. Бұл жүйенің  $O_c Y_c$  осі ұшу аппаратының масса центрімен қосады. Ал  $O_c Z_c$  мен  $O_c X_c$  осьтерін есеп тағайындалуына қарап таңдайды.



1-сурет. Старттық координаттар жүйесі

$x_c O_c y_c$  жазықтығы көздеу немесе ату жазықтығы,  $x_c O_c z_c$  жазықтығы старттық көкжиек жазықтығы, ал  $y_c O_c z_c$  жазықтығы фронталды жазықтық деп аталады.

$V_k$  жердегі жылдамдықтың нормалды координаттар жүйесінің осіне проекцияларының шамаларын табамыз:

$$\begin{aligned} V_{x_g} &= V_k \cos \theta \cos \Psi; \\ V_{y_g} &= V_k \sin \theta; \\ V_{z_g} &= V_k \cos \theta \sin \Psi. \end{aligned} \quad (1)$$

Бір координаттық жүйеден басқа түрге ауысу бағыттаушы косинустар матрицасы арқылы жүзеге асырылады. Кейде матрица бағыттаушы косинустар кестесі деп те атайды. Матрицаны екі индексмен белгілеу ыңғайлы, мысалы  $X_1^{(2)}$ . Осындағы төменгі индекс негізгі қозғалмалы координаттық жүйеге, ал үстінгі индекс қозғалмалы координаттық жүйеге қатысты Эйлер бұрыштарына бұрылуымен анықталатын координаттық жүйеге сәйкес келеді. Матрица элементтері Эйлер бұрыштарының бұрылу функцияларына сәйкес келеді. Оларды да индекстермен белгілеу ыңғайлы, мысалы,  $X_{mn}$ , мұндағы  $m$  – қатар нөмірі,  $n$  – баған нөмірі:

$$A_1^{(2)} = \begin{bmatrix} x_2^0 & y_2^0 & z_2^0 \\ a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1^0 \\ y_1^0 \\ z_1^0 \end{bmatrix} \quad (2)$$

Бір координаттық жүйеден екіншіге ауысу барысында бір бұрышқа бұрылудың элементарлық матрицаларын алу қажет. Мысалы, бізге қажетті нормалды координаттық жүйеден траекториялық координаттық жүйеге ауысушы косинустардың матрицасы 1-кестеде, ал нормалды және байланысқан координаттық жүйе үшін 2-кестеде көрсетілген.

Кесте 1

Нормалды және траекториялық жүйеге ауысушы косинустар матрицасы

Координат осьтері	$OX_K$	$OY_K$	$OZ_K$
$OX_g$	$\cos\theta\cos\Psi$	$-\sin\theta\cos\Psi$	$\sin\Psi$
$OY_g$	$\sin\theta$	$\cos\theta$	0
$OZ_g$	$-\cos\theta\sin\Psi$	$\sin\theta\sin\Psi$	$\cos\Psi$

Кесте 2

Нормалды және байланысқан жүйеге ауысушы косинустар матрицасы

Координат осьтері	$OX$	$OY$	$OZ$
$OX_g$	$\cos\vartheta\cos\psi$	$-\cos\psi\sin\vartheta\cos\gamma + \sin\psi\sin\gamma$	$\cos\psi\sin\vartheta\sin\gamma + \sin\psi\cos\gamma$
$OY_g$	$\sin\vartheta$	$\cos\vartheta\cos\gamma$	$-\cos\vartheta\sin\gamma$
$OZ_g$	$-\sin\psi\cos\vartheta$	$\cos\psi\sin\gamma + \sin\psi\sin\vartheta\cos\gamma$	$\cos\psi\cos\gamma - \sin\psi\sin\vartheta\sin\gamma$

Бізге белгілі, ауа тығыздығы биіктік артқан сайын өзгереді. Баллистикалық жобалау сияқты практикалық есептеу кезінде тығыздықтың биіктік бойынша өзгеру  $H(y)$  функциясын шешу үшін эмпирикалық формулалар қолданылады [21, б. 55]. Белгілі формулалар:

В.П. Ветчинкин формуласы:

$$H(y) = \frac{20000 - y}{20000 + y}; \quad (3)$$

сызықтық формула:

$$H(y) = 1 - ky; \quad (4)$$

гиперболалық формула:

$$H(y) = \frac{1}{1 + ky}; \quad (5)$$

көрсеткіштік формула:

$$H(y) = e^{-ky}. \quad (6)$$

Келтірілген формулаларда  $y$  «метр»-мен өлшенеді. Ал соңғы үш формулаларда коэффициент  $k=0,0001$ .

Нәтижелерді пайдаланып, траекторияның ығысу шамасын табамын.

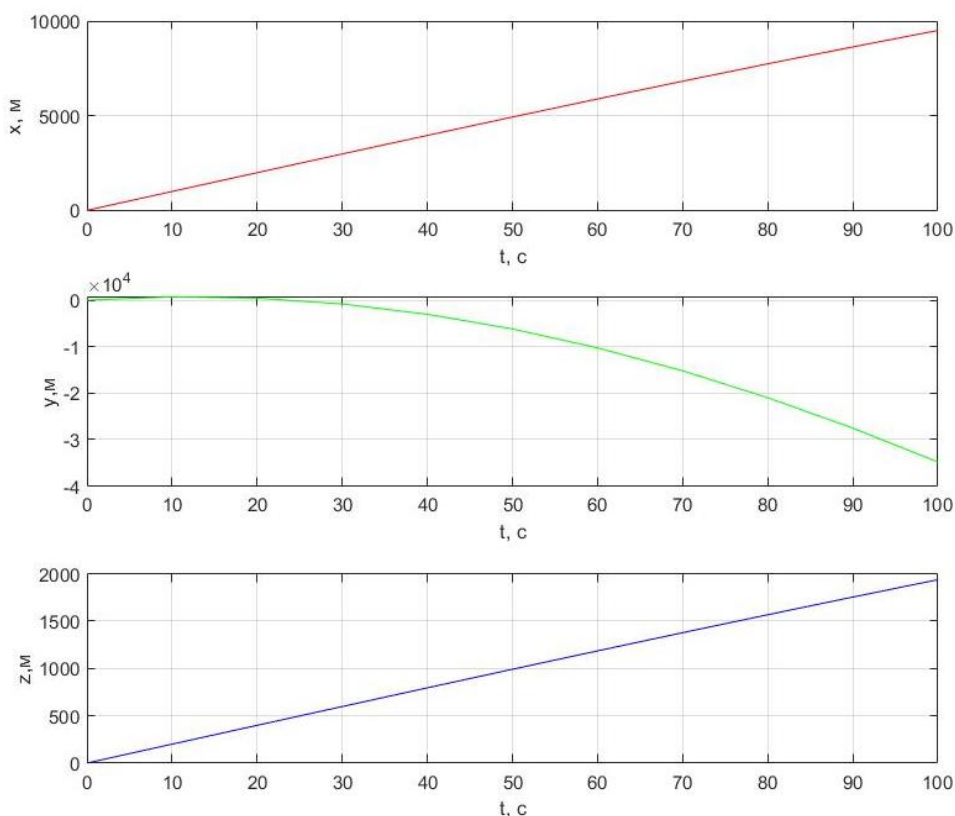
$$dx = 9508.927 - 9344.634 = 164.293 \text{ м};$$

$$dy = -34823.4 - (-34737.4) = 86 \text{ м};$$

$$dz = 1938.616 - 1868.9 = 69.716 \text{ м};$$

$$dr = \sqrt{164.293^2 + 86^2 + 69.716^2} = 198.112 \text{ м}$$

Сонда 100 секунд ішінде зымыран жел әсерінен траектория бойынша 198,112 метрге ығысады. Жел жоқ және бар болғанда траектория мен жылдамдықтың проекцияларының уақыт бойынша өзгерісі 2-суретте көрсетілген.



2-сурет. Жел болған кездегі траектория проекцияларының уақыт бойынша өзгерісі

Бұл мақалада ұшу аппаратының ұшуы қозғалысы мен траекториясын жобалау барысында жед параметрдерін ескеру маңыздылығы мен оның есебі қарастырылды. Көптеген мемлекеттерде зымыранды ұшыру бағдарламасына қажетті түрлі факторларды негізге ала отырып ұшу есептеулерін жүргізеді. Ал жел бұл бірден-бір үлкен ықпал етуші фактор. Оның негізгі параметрлері, яғни жылдамдығы мен бағытын ұшу жылдамдығына әсерін зерттеу, әрі одан пайда болатын қатерлер мен қателерді болдырмау және алдын алу - жалпы ғарыш саласының негізгі өзекті мәселе болып табылады. Осыған байланысты дипломдық жұмыстың мақсаты - траекторияның пассивті бөлігіндегі зымыранның қозғалуына желдің әсерін зерттеу және желдің жылдамдығының зымыранның ұшу параметрлерімен байланысын, сонымен бірге керісінше зымыранның жылдамдығының жел параметрлерінен қаншалықты тәуелді екенін анықтау, талдау болып бекітілген.

## Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Аппазов Р.Ф., Сытин О.Г. Методы проектирования траекторий носителей и спутников Земли. — М.: Наука, 1987. — 440 с.
2. Петренко А. Основы ракетной техники: учеб. пособие. — Днепропетровск, Изд-во Днепропетровского национального университета имени Олеся Гончара, 2013. — 160 с.
3. Никитин, Н. Н. Курс теоретической механики : учебник для спо / Н. Н. Никитин. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 720 с.
4. Рогачев, Н. М. Курс физики : учебное пособие / Н. М. Рогачев. — 3-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 460 с.
5. Тюлин А.Е., Бетанов В.В., Кобзарь А.А. Навигационно-баллистическое обеспечение полёта ракетно-космических средств. Книга 1. Методы, модели и алгоритмы оценивания параметров движения. - М.: Радиотехника, 2018. — 480 с.
6. Волоцуев В.В., Ткаченко И.С. Введение в проектирование, конструирование и производство ракет: учеб. пособие. Самара: Изд-во Самарского университета, 2017. 88 с.
7. Остославский И.В., Стражева И.В. Динамика полета. Траектории летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1969г. – 500 с. Космонавтика: Энциклопедия / Гл. ред. В.П. Глушко. М.: Советская энциклопедия, 1970. 527 с

## ӘОЖ 62.7.85

### НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІГЕ НЕГІЗДЕЛГЕН БАСҚАРЫЛАТЫН ҚАНАТТЫ ЗЫМЫРАНЫҢ ҚОЗҒАЛЫСЫН МОДЕЛЬДЕУ

Маликова Әсем Ғабитқызы

[malikova.assem@mail.ru](mailto:malikova.assem@mail.ru)

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ Ғарыш техника және технологиялар Кафедрасының 4-ші  
курс студенті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан  
Ғылыми жетекші- Х.Молдамурат

Қазіргі таңда зымыран өнеркәсібі қарқынды дамып келеді. Зымыранның бастапқы берілген траектория бойымен тікелей ұшуы жеткіліксіз. Онымен қоса, зымыран әртүрлі факторлардың өзгеруіне байланысты нысанаға жету үшін өзінің траекториясын өзгерте алуы керек. Бізге зымыранның ұшуын автоматты түрде түзететін, оған әсер ететін әртүрлі факторларға негізделген траекториясының қателіктерін түзететін басқару жүйелері қажет. Бұнда бізге жасанды интеллектке негізделген автоматты басқару жүйесі көмектеседі.

Бұл мақалада ұшуды басқаратын қанатты зымыранның жасанды интеллект жүйесін қарастырады. Қанатты зымыран қорғаныс пен армияда кеңінен қолданылады. Қанатты зымыран жерге жақын ұшады және ұшу кезінде өте жылдам маневр жасайды. Қанатты зымыранды нысанаға алып, мақсатқа жету өте қиын, сондықтан басқару жүйесі жасанды интеллектке жасанды нейрондық желі әдістерін қолданды. Егер қанатты зымыранды басқару жүйесі әдеттегі жүйемен басқарылса, онда көптеген параметрлер мен күрделі математикалық модельдер қажет. Бұл басқару жүйесін есептеу үшін көп ресурстар мен уақытты қажет етеді. Қанатты зымыран нейрондық желі негізінде басқарылса өте тиімді. Оның ұшуын түзету аз уақытты алады және ұшу кезінде өте жылдам маневр жасайды. Сондай-ақ, зымыран кез-келген күрделіліктің жылдам және дәл шешімдерін қабылдайды. Мақалада қанатты зымыранды сынау үшін виртуалды бағдарламалық тренажер жасалды. Бұл бағдарламалық қамтамасыздандыру MATLAB R2020a-да C ++ бағдарламалау тілінде жазылған. Тренажер сынақтан бұрын қанатты зымырандардың түрлерін, модельдерін және мақсаттарын таңдайды. Симулятордағы таңдалған қанатты зымыранның ұшу параметрлері(уақыт моменті