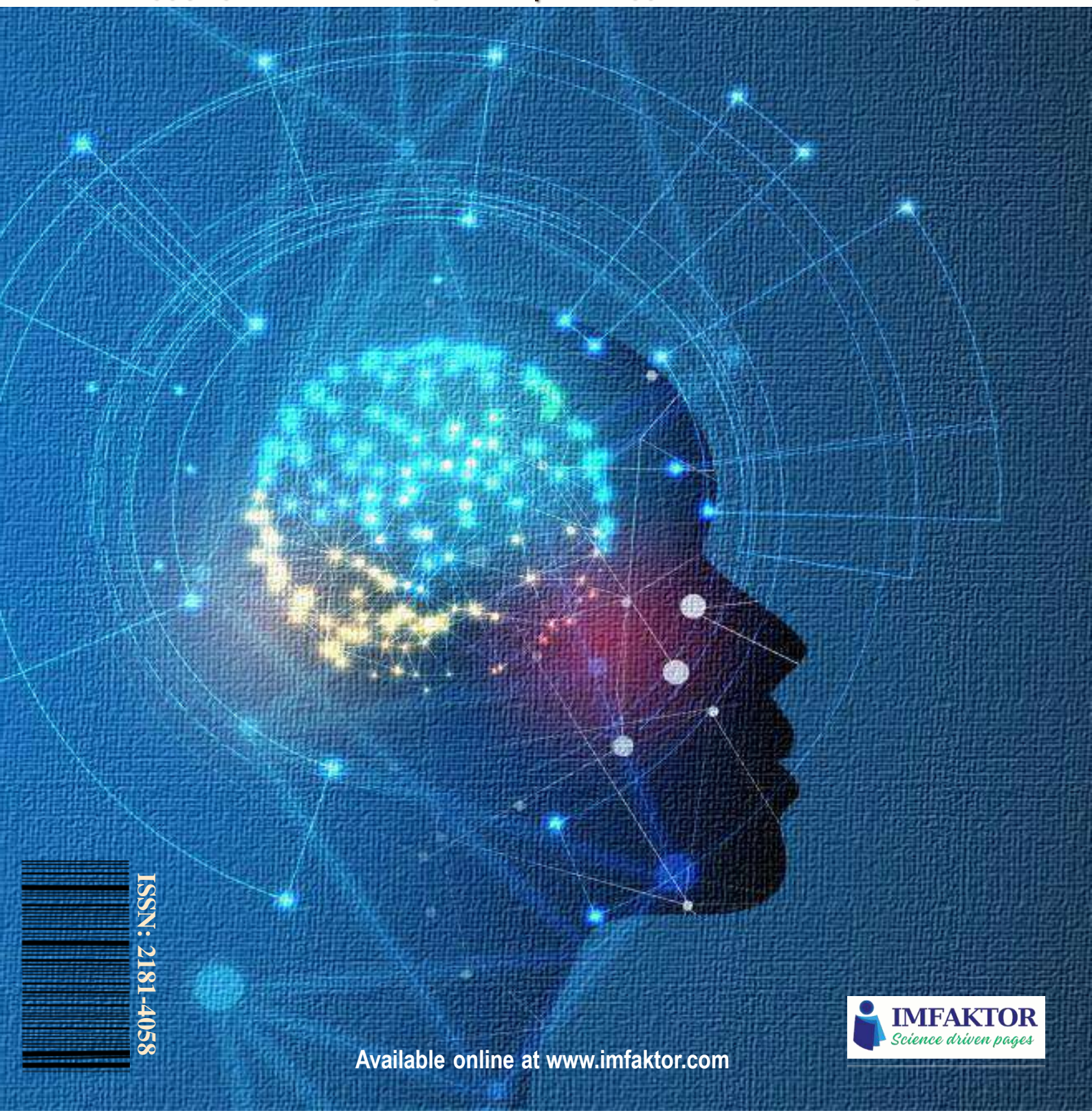


Volume II | Issue 1 | January | 2024

Journal of  
**RESEARCH**  
and **INNOVATIONS**

ТАДҚИҚОТ ВА ИННОВАЦИЯЛАР | ИССЛЕДОВАНИЯ И ИННОВАЦИИ



ISSN: 2181-4058

Available online at [www.imfaktor.com](http://www.imfaktor.com)



ISSN: 2181-4058  
DOI Journal 10.56017/2181-4058

# ТАДҚИҚОТ ВА ИННОВАЦИЯЛАР ЖУРНАЛИ

II-ЖИЛД, 1-СОН

ЖУРНАЛ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИННОВАЦИИ  
ТОМ-II, НОМЕР-1

JOURNAL OF RESEARCH AND INNOVATIONS  
VOLUME-II, ISSUE-1

ТОШКЕНТ - 2024

# ТАДҚИҚОТ ВА ИННОВАЦИЯЛАР ЖУРНАЛИ

ЖУРНАЛ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИННОВАЦИИ | JOURNAL OF RESEARCH AND INNOVATIONS

№ 1 (2024) DOI <http://dx.doi.org/10.56017/2181-4058-2024-1>

## Бош муҳаррир:

Салимов А. – архитектура фанлари доктори, профессор

## Масъул муҳаррир:

Кадиров К. – филология фанлари номзоди, доцент

## Таҳририят аъзолари:

1. Закиров Х. – қишлоқ хўжалиги фанлари номзоди, профессор
2. Гулмуродов Р. – қишлоқ хўжалиги фанлари доктори, профессор
3. Якубжон Хатамович Юлдашов – қишлоқ хўжалик фанлари номзоди, профессор,
4. Камалова Дильфуза Энуаровна – филология ф.б.ф.д (PhD)
5. Раззақов Шухрат Турсунович – техника фанлари номзоди, доцент
6. Чоршанбиев Шухрат Махматмуродович – техника ф.б.ф.д. (PhD), доцент
7. Нематов Эркинжон Ҳамроевич – техника ф.б.ф.д (PhD), доцент
8. Бобокалонов Одилшоҳ Остонович – филология ф.б.ф.д (PhD)
9. Абдуллаева Садокат Шоназаровна – техника ф.б.ф.д (PhD)
10. Шарипов Козимжон Комилжонович – техника ф.б.ф.д (PhD)
11. Норматов Ғайрат Алижанович – техника ф.б.ф.д (PhD)
12. Бозорова Гульмира Зайниддиновна – филология ф.б.ф.д (PhD)
13. Убайдуллаев Фарход Бахтияруллаевич – қишлоқ хўжалиги ф.б.ф.д (PhD)
14. Каримова Дилафрўз Ҳалимовна Филология – филология ф.б.ф.д (PhD)
15. Маҳмудова Муаттар Мақсатуллаевна – филология ф.б.ф.д (PhD)
16. Юлдашева Дилафруз Махамадалиевна – филология фанлари доктори

*“Тадқиқот ва инновациялар” журнали 2022 йил 22 декабрь куни № 054912-сонли гувоҳнома билан оммавий ахборот воситаси сифатида давлат рўйхатидан ўтказилган.*

*Мазкур журнал 6 та халқаро маълумотлар базаларида индексланган бўлиб, жорий йил учун UIF 2023 = 7.1 “импакт-фактор” кўрсаткичига эга. Ўзбекистон Республикаси Олий таълим, фан ва инновациялар вазирлиги ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясининг 2023 йил 24 июлдаги 01-02/1199-сонли хатига мувофиқ ушбу журналда чоп этилган мақолалар хорижий мақолалар сифатида тан олинади.*

Саҳифаловчи\Page Maker\Верстка: Абдураҳмон Хасанов

**Таҳририят манзили:** Тошкент шаҳар, Учтепа тумани, “Ватан” МФЙ, Чилонзор 24-мавзеси, 2/27-уй. Почта индекси 100152. Веб-сайт: [www.imfaktor.uz/com](http://www.imfaktor.uz/com)

**Телефон номер:** +99894-410 11 55, **E-mail:** [tahririyat@imfaktor.uz](mailto:tahririyat@imfaktor.uz)

© “ИМФАКТОР Pages” илмий нашриёти, 2024 йил.

© Муаллифлар жамоаси, 2024 йил.

# ТАДҚИҚОТ ВА ИННОВАЦИЯЛАР ЖУРНАЛИ

ЖУРНАЛ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИННОВАЦИИ | JOURNAL OF RESEARCH AND INNOVATIONS

**АХМЕДОВ Азамат Хаитович**

*Ислом Каримов номидаги*

*Тошкент давлат техника университети  
доценти, техника фанлари доктори*

**ПАРДАЕВ Ровшан Каримович**

*Ислом Каримов номидаги*

*Тошкент давлат техника университети  
ассистенти*

<https://doi.org/10.5281/zenodo.10570993>

## БОШҚАРИЛАДИГАН МЕХАНИЗМЛАРНИНГ НАЗАРИЙ АСОСЛАРИНИ СКАНЕРЛОВЧИ ҚУРИЛМА МИСОЛИДА ТАКОМИЛЛАШТИРИШ

### АННОТАЦИЯ

Мақолада механизмлар ва машиналар назариясининг халқаро умумэтироф этилган долзарб илмий йўналиши - прецизион вибромеханика доирасидаги тадқиқотлар келтирилган. Прецизион вибромеханика принциплари асосида параметрлари ва боғланишлари бошқариладиган янги авлод қурилмаларини ишлаб чиқишнинг назарий асослари, муаммолари ва ечимлари келтирилган. Бошқариладиган механизмларнинг назарий асослари таклиф этилаётган рационал сканерловчи қурилма мисолида такомиллаштирилган. Қурилманинг ҳаракат дифференциал тенгламаларини ва унинг биринчи интегралларини аниқлаш масаласи математик нуқтаи назардан қўйилган.

**Калит сўзлар:** прецизион вибромеханика, бошқариладиган механизмлар, сканерловчи қурилма, дефлектор, дифференциал тенглама, математик модел, Эйлер бурчаклари, механизм, машина, фазовий синхронизациялаш, динамика.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ УПРАВЛЯЕМЫХ МЕХАНИЗМОВ НА ПРИМЕРЕ СКАНИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

### АННОТАЦИЯ

В статье представлены исследования международной признанного современного научного направления теории механизмов и машин - прецизионной вибромеханики. На основе принципов прецизионной вибромеханики представлены теоретические основы, проблемы и решения разработки конструкции механизмов нового поколения с управляемыми параметрами и связями. На примере предлагаемого рационального сканатора совершенствованы теоретические основы управляемых механизмов. С математической точки зрения обоснованы постановки задач определения дифференциальных уравнений движения конструкции и его первых интегралов.

**Ключевые слова:** прецизионная вибромеханика, управляемые механизмы, сканирующее устройство, дефлектор, дифференциальное уравнение, математическая модель, углы Эйлера, механизм, машина, пространственная синхронизация, динамика.

## IMPROVEMENT OF THE THEORETICAL FOUNDATIONS OF CONTROLLED MECHANISMS USING THE EXAMPLE OF A SCANNING DEVICE

### ANNOTATION

The article presents research into the internationally recognized modern scientific direction of the theory of mechanisms and machines - precision vibration mechanics. Based on the principles of precision vibration mechanics, the theoretical foundations, problems and solutions for developing the design of new generation mechanisms with controlled parameters and connections are presented. Using the example of the proposed rational scanner, the theoretical foundations of controlled mechanisms have been improved. From a mathematical point of view, the formulation of problems of determining the differential equations of motion of a structure and its first integrals is justified.

**Key words:** precision vibration mechanics, controlled mechanisms, scanning device, deflector, differential equation, mathematical model, Euler angles, mechanism, machine, spatial synchronization, dynamics.

Механизмлар ва машиналар назарияси бўйича халқаро ташкилот (IFToMM) сўнги йилларда параметрлари ва боғланишлари бошқариладиган механизмлар бўйича илмий тадқиқотларни фаоллаштиришга алоҳида эътибор қаратмоқда [1, 4].

Параметрлари ва боғланишлари бошқариладиган механизмларнинг янги авлод қурилмалари аниқ машинасозликда, асбобсозликда, компьютер техникаларида, робототехникада, металл ва деталларга ўта юқори аниқлик билан ишлов берувчи станоклар, машиналарда кенг қўллаш учун мўлжалланган. Таклиф этилаётган янги сканерловчи қурилма ва позицион қурилмаларнинг янги конструкцияларида, хусусан, механизмларнинг кўзгалувчан элементларини юқори аниқликдаги позицион ҳаракатларини ҳосил қилишда, фазонинг берилган нуқтасига талаб қилинган траектория бўйлаб қурилманинг бошқариладиган ҳаракатини, кўчиши ва тезлигини таъминлашда, металл ва деталларга механик ишлов берувчи юқори босим ва юқори температура таъсирида ҳаракатланадиган станок ва машиналар ишчи органларининг позицион дастурий ҳаракатларини олишда кенг татбиқ этилади.

Фан ва техниканинг биргаликдаги ривожланиши натижасида медицинада, касалликларни бартараф этиш мақсадида инсон танасида ўтказиладиган турли мураккаб жарроҳлик амалиётларини бажаришда лазер ва йўналтирилган тўлқин ва вибрация билан бошқариладиган қурилма ва асбобларнинг хатосиз ва юқори аниқликда ишлашини таъминлаш учун бажарувчи механизм қурилмаларини геометрик, кинематик ва динамик катталикларини бошқариш, хусусан, олий ва қуйи кинематик жуфтларга эга бўғинлар контакт зоналарини аниқ бошқариш ҳисобига талаб этилган вақт ораллигидаги аниқ, содда, мураккаб ва биргаликдаги ҳаракатни олиш имкониятлари яратилади.

Бундан ташқари олиб борилган назарий тадқиқотлар асосида функционал имкониятлари кенгайтирилган бошқариладиган фрикцион ва вибрацион механизмларнинг янги авлод қурилмаларини ишлаб чиқишда прецизион вибромеханика принципларига таяниш энг самарали ечимларни тухфа этади. Шуни алоҳида таъкидлаш лозимки, ушбу принципларни оқилона қўллаш натижасида кўплаб бошқариладиган механизмларнинг янги авлод қурилмаларини ишлаб чиқиш, енгил ва оғир саноатнинг кўплаб соҳаларига татбиқ этиш билан улкан мактаб яратган олим, Россия ва Литва Фанлар Академиясининг академиги Рагульскис Казимиерас Миколо ҳисобланади [2, 3, 5].

Бошқариладиган механизм қурилмаларини ишлаб чиқишда асосий талаблар уларнинг габарит ўлчамларининг кичиклиги, ишончилиги, мутаҳкамлиги, юқори тезлик билан ишлаши, юқори ФИК га эга бўлиши, чизикли ва виброюкланишларда вакуумда ҳам ишлаш қобилиятига эгаллиги, юқори температурага чидамлилиги ҳисобланиб, иш бажарувчи бўғинлар ва юқори частотали қурилма ва асбобларга қўлланилади. Ушбу қурилмаларнинг асосий қисмини виброюритмалар эгаллайди [6].

Яна бир эффектив методлардан бири бу тебранишларни синхронизациялаш бошқача айтганда, фазовий синхронизациялаш ҳисобланади. Ушбу методда икки осциллятор тебраниш режимини ўрнатиш ва бошқариш жараёни бир биридан жуда кам фарқланади. Бу ҳолда тебранишларни синхронизациялаш фақатгина чизиксиз осциллятор ҳолатидагина мумкин бўлади. Осциллятор бу ҳолда табиий равишда чизиксиз бўлиши керак, масалан тебратиш контури мультивибратор ёки фазали частота созлагичли системаси чизиксиз индуктивликка эга. Бу ҳолда чизиксиз динамик системанинг назарий масаласи пайдо бўлади. Масалан, ушбу ҳолда қаралаётган чизиксиз динамик система автотебранишларни юзага келтиради. Бу каби масалаларни ечиш учун бир қатор математиклар назарий тадқиқотларида тезкор ва секин ҳаракатга ажратиш имкониятини ўрнатишган.

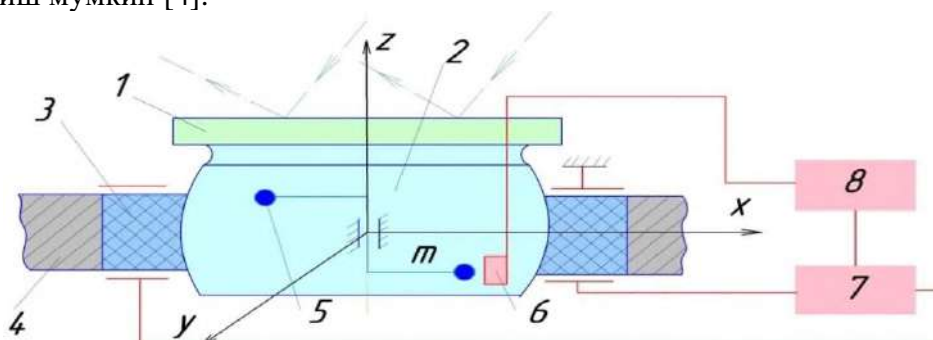
Таъкидлаш жоизки, бундай ажратишни юқори тартибли тенгламада кичик параметрлар системаси мавжуд бўлгандагина амалга ошириш мумкин. Чизиксиз дифференциал тенгламаларни ечишни эффектив аналитик усулларида бири Ляпунов-Пуанкареннинг кичик параметрлар усули ҳисобланади [7].

Биз тақлиф этаётган фрикцион механизмларни бошқариш усуллари беш гуруҳга бўлинади. Ушбу беш гуруҳда механик системаларни фрикцион механизмлар билан бошқаришда дефлекторлар, сканерловчи қурилмалар, лазер нурунинг кўп ўлчовли дефлекторларини ишлаб чиқишда биринчи марта куч ва бошқариш функцияларига ажратилди.

Олий кинематик жуфтларда кучларни ва бошқариш функцияларини ажратиш омилидан фойдаланиш асосида технологик талаблардан келиб чиққан ҳолда, ойнани оғдириш учун оптик сканерловчи қурилма ишлаб чиқилди. Бу қурилма турли оптик-механик асбоблар ва сканерловчи системаларда оптик элементларни фазода юқори аниқлик билан бурчакли оғдиришга мўлжалланган. III класс сферик кинематик жуфтдаги қурилмаларнинг асосий фарқланиши прецизион вибромеханика принципларида фойдаланишдан иборат. Хусусан, бундай принциплардан бири бу – пьезоэлектрик ўзгартиргичлар орқали юқори частотали эластик тебранишларни ҳосил қилиб, йўналтириб, артиллерияда қўлланиши мумкин бўлган лазерли нурлантиришда сканерловчи ойнани (ёки учиш аппаратларида қўлланиладиган бошқарилувчи антенна) бошқариладиган кўпўлчовли бурчак оғишини таъминлаш мумкин.

Ушбу қурилмада юритма ротор шаклида динамик дебалансга эга ва  $\omega$  бурчак тезлик билан айланади. Сканерловчи қурилма 1-ойна, 2-ойнани сферик тутқичи, 3-пьезоэлектрик ўзгартиргич, 4-корпус, 5-динамик дебаланс, 6-дебаланснинг айланиш бурчаги датчиги, 7-қувват блоги ва 8-бошқарув блогидан ташкил топган (1-расм).

Сферик виброўзгартиргичда юқори частотали эластик тебранишларни кўзғатилса, ойна тутқичи билан динамик дебаланс берадиган куч таъсирида координата бошидан ўтувчи ўқ атрофида бурилади. Тебранишларни кўзғатиш давомийлиги  $\tau_K \ll 2\pi/\omega$  ва кўзғатиш фазаси момент вектори ҳолатига нисбатан фазода ойнанинг оний айланиш ўқи ҳолати ва бурчак тезлигини аниқлайди, яъни ойнанинг бурчак тезлик вектори  $\omega = const$  ни бошқарув системаси билан аниқлайди. Шу усул билан, пьезокерамик ўзгартиргич ва сферик тутқич орасидаги ишқаланиш кучини ўзгартириб, ойнанинг фазода исталган бошқариладиган ҳолатини олиш мумкин [4].



1-расм. Оптик сканерловчи қурилма схемаси

Қурилманинг асосий техник характеристикаси қуйидагича: кўзгалувчанлик сони учга тенг, ойнанинг максимал массаси 10 кг, ҳар бир координата бўйича бурчак тезлиги 2 рад/с, нотекислик коэффициенти 0,005, рухсат этилган чегараси  $5 \cdot 10^{-7}$  рад, максимал радиал тезланиш  $1,2 \cdot 10^3$  рад/с<sup>2</sup>, ойна диаметри 115 мм дан кичик эмас.

Ушбу қурилманинг камчилиги кам юк кўтаради, яъни ойнанинг айланиш тезлигига унинг массаси ҳам таъсир этади. Прецизион сканирловчи қурилманинг юк кўтариш қобилиятини ошириш учун сферик тутқичга маҳкамланган ойна учун зарур динамик тадқиқотларни ўтказишни талаб этади ва бунинг асосида динамик параметрлар ва омилларни ҳисобга олиб қурилмани қайта ишлаб чиқиш мумкин бўлади.

Ушбу қурилманинг такомиллашган янги варианты лазер нурлари кўп ўлчовли дефлектори саналади. Бу қурилма лазер нурлари билан фазода уч ўлчовли бошқариш учун мўлжалланган бўлиб, ундан турли оптик-механик, оптик-электрон системаларда лазерни қўллашда фойдаланиш мумкин. Қурилманинг ишлаш принципи тескари пьезоэлектрик эффектга асосланган ва фазовий ультратовуш частотали механик тебранишларни пьезоэлектрик ўзгартиргич орқали оптик элементларни кўп ўлчовли ҳаракатига айлантиради.

Ушбу сканерловчи қурилма ва дефлекторлар қурилмаларидан робототехникада, тиббий асбоб-ускуналарни ишлаб чиқариш ва фойдаланишда, космик аппарат ва техникаларда самарали фойдаланиш мумкин.

Сканерловчи қурилма ва дефлекторнинг бошқариладиган ҳаракати математик моделлари ишлаб чиқилган ва аналитик нуқтаи-назардан тадқиқ этилган бўлиб, бу механизмларнинг ишлаш принципи, фойдали томонлари, қўллаш соҳалари келтирилган. Тадқиқ этилаётган механизм қурилмаларининг ҳаракати тенгламалари қаттиқ жисмнинг кўзгалмас ўқ атрофидаги айланма ҳаракати тенгламаларига мос келганлиги, шунингдек, гироскоп назарияси қонунларидан фойдаланиш мумкинлиги сабабли ушбу тадқиқотда гироскоплар ҳаракатининг айрим муаммолари ёритилиб, ҳаракати ўрганилаётган механизмлар учун Эйлернинг динамик ва кинематик тенгламалари умумий ҳол сифатида келтирилган.

Айтайлик, қаттиқ жисм кўзгалмас  $O$  нуқта атрофида айланма ҳаракатда бўлсин. Кўзгалмас  $O\xi\eta\zeta$  координата системасига нисбатан жисм билан биргаликда ҳаракатланувчи кўзгалувчи  $Oxyz$  координата системасини оламиз. Кўзгалмас координаталар системасига нисбатан кинетик моментнинг ўзгариши ҳақидаги теоремани қуйидаги кўринишда ифодалаш мумкин:

$$\frac{dG}{dt} = M_0, \quad (1)$$

бунда  $M_0$  - кўзгалмас  $O$  нуқтага нисбатан қаттиқ жисмга таъсир этувчи ташқи кучларнинг бош моменти.

Кўзгалмас ўқларга нисбатан ҳаракатланувчи жисмнинг инерция тензори компонентлари вақтга боғлиқ ҳолда ўзгаради ва ҳаракат тенгламаларининг проекциялари мураккаб кўринишга эга бўлади.

Қаттиқ жисмнинг динамик ҳаракат тенгламаларини келтириб чиқариш учун Эйлер томонидан илгари сурилган гипотезалар муҳим аҳамиятга эга. У ўзининг биринчи гипотезасида (1) тенгламани кўзгалувчан ўқларга проекциялаб, қуйидаги кўринишга ўтказиш мумкинлигини таъкидлайди:

$$\frac{d\tilde{G}}{dt} + \omega \times G = M_0. \quad (2)$$

Иккинчи гипотезасида эса кўзгалувчан система учун кўзгалмас нуқтага нисбатан жисмнинг бош инерция ўқлари йўналишларини танлашни таклиф этади.

Кўзгалмас нукта атрофида айланувчи қаттиқ жисмнинг ҳаракат дифференциал тенгламаларига Эйлернинг кинематик тенгламаларини қўшсак, вақтга боғлиқ бўлган олти нумаълум  $p, q, r, \varphi, \psi, \theta$  функцияларга нисбатан тенгламаларни оламиз. Агар нуктанинг бошланғич ҳолати ва бошланғич тезликлари маълум бўлса, ҳаракат тенгламаларининг умумий интеграллари бошланғич шартлар  $p_0, q_0, r_0, \varphi_0, \psi_0, \theta_0$  асосида бир қийматли аниқланади.

Тенгламалардан  $p, q, r$  ларини чиқариб ташлаб, олти тенглама ўрнига Эйлер бурчаклари,  $\varphi, \psi, \theta$  ларга нисбатан учта 2-тартибли дифференциал тенгламалар системасини ҳосил қилиш мумкин. Ҳосил қилинган тенгламалар системасининг умумий ҳолда аналитик ечими мавжуд эмаслигидан, айрим содалаштиришлар ёрдамида хусусий ечимларни олиш имконига эга бўламиз.

Кўзгалмас нуктага эга бўлган жисмнинг ҳаракатини ўрганиш техникада муҳим аҳамиятга эга. Эркин қаттиқ жисм ҳаракатини ўрганишда ҳам кўзгалмас нуктага эга бўлган жисмнинг ҳаракат назариясини татбиқ этиш мумкин, чунки эркин жисмнинг ҳаракатини илгариланма ва унинг бирор нуктаси атрофида айланма ҳаракатдан ташкил топган деб қараш мумкин.

Оғирлик кучлари таъсиридаги қаттиқ жисмнинг кўзгалмас нукта атрофидаги ҳаракатини ўрганиш учун Эйлернинг олти кинематик ва динамик тенгламалари тузилади. Қаттиқ жисмнинг кўзгалмас нукта атрофидаги ҳаракати ҳақидаги масала ечими олинган тенгламалар системасидаги олти интегралларни топишга келтирилади.

Бошқарилувчи машиналарда ишлатиладиган гироскопик механизмларни вазифасига кўра ишлаши ва уларнинг хусусий ҳаракатларини устувор амалга ошириш муҳим. Шунингдек, бундай масалаларда аналитик ҳисоблашлар мураккаблиги билан боғлиқ оптимал стабиллаш муаммоси пайдо бўлади. Оғдирилган ҳаракат тенгламалари ҳатто биринчи яқинлашишда ҳам ноавтоном системадан иборат бўлиб, умумий ҳолда бу системаларни интеграллаш усули мавжуд эмас. Шу сабабли ҳозиргача бу масала ижобий ҳал қилинмаган.

Асоси ер сирти бўйлаб ҳаракатланадиган умумлашган гироскоп учун Лагранжнинг II тур ҳаракат тенгламаларини тузиш учун тенглама таркибига кирувчи ҳадларни ҳисоблаб, ротор ўқиға таъсир қилаётган айлантирувчи момент ишқаланиш кучлари моментлари билан мувозанатлашади деб ҳисоблаймиз, қолган иккита умумлашган координата учун иккинчи тартибли тенгламалар келиб чиқади. Натижада, умумлашган гироскопнинг ҳаракат тенгламалари иккинчи тартибли чизиксиз тенгламалар системасидан иборат бўлиб, гироскоп ўқининг оғиши меридиан бурчагига тенг бўлиши аниқланади.

Юқорида келтирилган илмий-назарий тадқиқот натижаларини, яъни умумлашган гироскопнинг айланма ҳаракати масаласининг хусусий ечимларини тоғ-кон саноати, металлургия объектлари технологик жараёнларини бошқариш, автоматлаштириш ва моделлаштиришда қўлланиладиган бошқарилувчи машина механизмларининг мураккаб ҳаракатларини тадқиқ этишда қўллаш мумкин. Бу жараёнларда механизм звеноларининг айланма ва тебранма ҳаракатларини турғунлаштириш ва устуворликка текшириш масаласига алоҳида аҳамият берилади.

Механизмнинг фазодаги ҳолати Эйлер бурчаклари ёрдамида аниқланади. Механизмнинг ҳаракат тенгламасини ҳаракат миқдори моментининг координата ўқлари бўйлаб ўзгариши ҳақидаги теорема асосида келтириб чиқариш мумкин:

$$\begin{cases} I_x \frac{d\omega_x}{dt} + \omega_y \omega_z (I_z - I_y) = M_x^e \\ I_y \frac{d\omega_y}{dt} + \omega_z \omega_x (I_x - I_z) = M_y^e \\ I_z \frac{d\omega_z}{dt} + \omega_x \omega_y (I_y - I_x) = M_z^e \end{cases} \quad (3)$$

Ушбу учта дифференциал тенгламаларга аниқланиши лозим бўлган бурчак тезликнинг кўзгалувчан ёки кўзгалмас координаталардаги проекциялари ва Эйлер бурчаклари, уларнинг вақт бўйича ҳосилалари орасидаги боғлиқликни характерлайдиган Эйлернинг кинематик тенгламаларини қўшиб олтига тенгламалар системасини ҳосил қиламиз:

$$\begin{cases} \omega_x = \dot{\psi} \sin \theta \sin \varphi + \dot{\theta} \cos \varphi \\ \omega_y = \dot{\psi} \sin \theta \cos \varphi - \dot{\theta} \sin \varphi \\ \omega_z = \dot{\psi} \cos \theta + \dot{\varphi} \end{cases} \quad (4)$$

Бу системани интеграллаб, оптик ойнанинг  $\omega_x, \omega_y, \omega_z$  бурчак тезликлари аниқланади.

**IQTIBOSLAR. ЧОСКИ. REFERENCES.**

1. Karimov K.A., Akhmedov A.X., Karimova A.R. Nazariy mexanika / O‘quv qo‘llanma. – T.: MALIK PRINT CO, 2021. – 360 b..
2. Karimov K., Akhmedov A., Adilova Sh. Theoretical and Engineering Solutions of the Controlled Vibration Mechanisms for Precision Engineering / Cite as: AIP Conference Proceedings 2637, 060001 (2022); <https://doi.org/10.1063/5.0118863>.
3. K. Karimov, A. Akhmedov. Development of the mathematical model, classification and structures of managed friction and vibration mechanisms / Technical science and Innovation. Tashkent, 2019, – P. 13-19.
4. Ахмедов А.Х. Прецизион вибромеханика принципларига асосланган бошқариладиган механизмларнинг янги авлодини ишлаб чиқишда махсус қотишмалар (оқ чўян ва алюминий-литий) қўллашнинг назарий ва муҳандислик ечимлари / Автореф. ... техн. фан. док. - Т.: 2023. – 66 б.
5. Каримов К.А., Ахмедов А.Х. О возможностях разработки сканирующих устройств прецизионных механизмов с разделенными силовыми и управляющими функциями // Материалы XXV международной научно - технической конференции “Прикладные задачи математики”. – Севастополь, Россия, 2017. - С. 72-75.
6. Ахмедов А.Х. Тоғ-кон саноати технологик машиналарида вибрация орқали бошқарилувчи механизмларни қўллаш // Кон-металлургия мажмуаси: ютуқлар, муаммолар ва ривожлантиришнинг замонавий истикболлари IX халқаро илмий-техникавий анжуман материаллари. - Навои, 2017. – Б. 222.
7. Akhmedov A., Pardayev R. The task of free vibrations of high-rise buildings with a cylindrical reservoir with fluid // Proceedings of 3rd International Multidisciplinary Scientific Conference Ingenious global thoughts. – Malazia, 2021. – P. 250-254.

ISSN: 2181-4058  
DOI Journal 10.56017/2181-4058

# ТАДҚИҚОТ ВА ИННОВАЦИЯЛАР ЖУРНАЛИ

II-ЖИЛД, 1-СОҢ

ЖУРНАЛ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИННОВАЦИИ  
ТОМ-II, НОМЕР-1

JOURNAL OF RESEARCH AND INNOVATIONS  
VOLUME-II, ISSUE-1

«Тадқиқот ва инновациялар» электрон журнали 2022 йил 22 декабрь куни № 054912-сонли гувоҳнома билан оммавий ахборот воситаси сифатида давлат рўйхатидан ўтказилган.

Муассис: «IMFAKTOR Pages» масъулияти чекланган жамияти.

Таҳририят манзили: 100152, Тошкент шаҳри, Учтепа тумани, “Ватан” МФЙ, Чилонзор 24-мавзеси, 2-уй.

Телефон номер: +99894-410 11 55

Эл. почта: [tahririyat@imfaktor.uz](mailto:tahririyat@imfaktor.uz)

Веб-сайт: [www.imfaktor.uz](http://www.imfaktor.uz)