

ISSN 2518-1726 (Online),  
ISSN 1991-346X (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ

әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің

# Х А Б А Р Л А Р Ы

---

---

## ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
Қазақстан Республикасының Ғылым  
Академиясының Алматыдағы  
Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық  
университетінің

## NEWS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN  
al-Farabi Kazakh National University

**SERIES**  
**PHYSICO-MATHEMATICAL**

**5 (339)**

**SEPTEMBER – OKTOBER 2021**

PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

*NAS RK is pleased to announce that News of NAS RK. Series physico-mathematical journal has been accepted for indexing in the Emerging Sources Citation Index, a new edition of Web of Science. Content in this index is under consideration by Clarivate Analytics to be accepted in the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index, and the Arts & Humanities Citation Index. The quality and depth of content Web of Science offers to researchers, authors, publishers, and institutions sets it apart from other research databases. The inclusion of News of NAS RK. Series of chemistry and technologies in the Emerging Sources Citation Index demonstrates our dedication to providing the most relevant and influential content of chemical sciences to our community.*

*Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясы «ҚР ҰҒА Хабарлары. Физикалық-математикалық сериясы» ғылыми журналының Web of Science-тің жаңаланған нұсқасы Emerging Sources Citation Index-те индекстелуге қабылданғанын хабарлайды. Бұл индекстелу барысында Clarivate Analytics компаниясы журналды одан әрі the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index және the Arts & Humanities Citation Index-ке қабылдау мәселесін қарастыруда. Web of Science зерттеушілер, авторлар, баспашылар мен мекемелерге контент тереңдігі мен сапасын ұсынады. ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы Emerging Sources Citation Index-ке енуі біздің қоғамдастық үшін ең өзекті және беделді химиялық ғылымдар бойынша контентке адалдығымызды білдіреді.*

*НАН РК сообщает, что научный журнал «Известия НАН РК. Серия физико-математическая» был принят для индексирования в Emerging Sources Citation Index, обновленной версии Web of Science. Содержание в этом индексировании находится в стадии рассмотрения компанией Clarivate Analytics для дальнейшего принятия журнала в the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index и the Arts & Humanities Citation Index. Web of Science предлагает качество и глубину контента для исследователей, авторов, издателей и учреждений. Включение Известия НАН РК в Emerging Sources Citation Index демонстрирует нашу приверженность к наиболее актуальному и влиятельному контенту по химическим наукам для нашего сообщества.*

### **Бас редактор:**

**МҰТАНОВ Ғалымқайыр Мұтанұлы**, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, ҚР БҒМ ҒК «Ақпараттық және есептеу технологиялары институты» бас директорының м.а. (Алматы, Қазақстан) Н=5

### **Редакция алқасы:**

**ҚАЛИМОЛДАЕВ Мақсат Нұрәділұлы** (бас редактордың орынбасары), физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, ҚР БҒМ ҒК «Ақпараттық және есептеу технологиялары институты» бас директорының кеңесшісі, зертхана меңгерушісі (Алматы, Қазақстан) Н=7

**БАЙГУНЧЕКОВ Жұмаділ Жанабайұлы** (бас редактордың орынбасары), техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Кибернетика және ақпараттық технологиялар институты, Сағпаев университетінің Қолданбалы механика және инженерлік графика кафедрасы, (Алматы, Қазақстан) Н=3

**ВОЙЧИК Вальдемар**, техника ғылымдарының докторы (физика), Люблин технологиялық университетінің профессоры (Люблин, Польша) Н=23

**БОШКАЕВ Қуантай Авғазыұлы**, Ph.D. Теориялық және ядролық физика кафедрасының доценті, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан) Н-10

**QUEVEDO Hemando**, профессор, Ядролық ғылымдар институты (Мехико, Мексика) Н=28

**ЖҮСПОВ Марат Абжанұлы**, физика-математика ғылымдарының докторы, теориялық және ядролық физика кафедрасының профессоры, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан) Н=7

**КОВАЛЕВ Александр Михайлович**, физика-математика ғылымдарының докторы, Украина ҰҒА академигі, Қолданбалы математика және механика институты (Донецк, Украина) Н=5

**МИХАЛЕВИЧ Александр Александрович**, техника ғылымдарының докторы, профессор, Беларусь ҰҒА академигі (Минск, Беларусь) Н=2

**РАМАЗАНОВ Тілекқабұл Сәбитұлы**, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің ғылыми-инновациялық қызмет жөніндегі проректоры, (Алматы, Қазақстан) Н=26

**ТАКИБАЕВ Нұрғали Жабағаұлы**, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан) Н=5

**ТИГИНЯНУ Ион Михайлович**, физика-математика ғылымдарының докторы, академик, Молдова ғылым Академиясының президенті, Молдова техникалық университеті (Кишинев, Молдова) Н=42

**ХАРИН Станислав Николаевич**, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан-Британ техникалық университеті (Алматы, Қазақстан) Н=10

**ДАВЛЕТОВ Асқар Ербуланович**, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан) Н=12

**КАЛАНДРА Пьетро**, Ph.D (физика), Наноқұрылымды материалдарды зерттеу институтының профессоры (Рим, Италия) Н=26

### **«ҚР ҰҒА Хабарлары.**

**Физика-математикалық сериясы».**

**ISSN 2518-1726 (Online),**

**ISSN 1991-346X (Print)**

Меншіктеуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.). Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 14.02.2018 ж. берілген **№ 16906-Ж** мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Тақырыптық бағыты: *математика, информатика, механика, физика, ғарыштық зерттеулер, астрономия, ионосфера.*

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекен-жайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., тел.: 272-13-19

<http://www.physico-mathematical.kz/index.php/en/>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2021

Типографияның мекен-жайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Мұратбаев көш., 75.

### Главный редактор:

**МУТАНОВ Галимкаир Мутанович**, доктор технических наук, профессор, академик НАН РК, и.о. генерального директора «Института информационных и вычислительных технологий» КН МОН РК (Алматы, Казахстан) Н=5

### Редакционная коллегия:

**КАЛИМОЛДАЕВ Максат Нурадилович**, (заместитель главного редактора), доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, советник генерального директора «Института информационных и вычислительных технологий» КН МОН РК, заведующий лабораторией (Алматы, Казахстан) Н=7

**БАЙГУНЧЕКОВ Жумадил Жанабаевич**, (заместитель главного редактора), доктор технических наук, профессор, академик НАН РК, Институт кибернетики и информационных технологий, кафедра прикладной механики и инженерной графики, университет Сатпаева (Алматы, Казахстан) Н=3

**ВОЙЧИК Вальдемар**, доктор технических наук (физ.-мат.), профессор Люблинского технологического университета (Люблин, Польша) Н=23

**БОШКАЕВ Куантай Авгазыевич**, доктор Ph.D, преподаватель, доцент кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан) Н=10

**QUEVEDO Hemando**, профессор, Национальный автономный университет Мексики (UNAM), Институт ядерных наук (Мехико, Мексика) Н=28

**ЖУСУПОВ Марат Абжанович**, доктор физико-математических наук, профессор кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан) Н=7

**КОВАЛЕВ Александр Михайлович**, доктор физико-математических наук, академик НАН Украины, Институт прикладной математики и механики (Донецк, Украина) Н=5

**МИХАЛЕВИЧ Александр Александрович**, доктор технических наук, профессор, академик НАН Беларуси (Минск, Беларусь) Н=2

**РАМАЗАНОВ Тлеккабул Сабитович**, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, проректор по научно-инновационной деятельности, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан) Н=26

**ТАКИБАЕВ Нургали Жабагаевич**, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан) Н=5

**ТИГИНЯНУ Ион Михайлович**, доктор физико-математических наук, академик, президент Академии наук Молдовы, Технический университет Молдовы (Кишинев, Молдова) Н=42

**ХАРИН Станислав Николаевич**, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахстано-Британский технический университет (Алматы, Казахстан) Н=10

**ДАВЛЕТОВ Аскар Ербуланович**, доктор физико-математических наук, профессор, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан) Н=12

**КАЛАНДРА Пьетро**, доктор философии (Ph.D, физика), профессор Института по изучению наноструктурированных материалов (Рим, Италия) Н=26

«Известия НАН РК.

Серия физико-математическая».

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы).

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан № 16906-Ж выданное 14.02.2018 г.

Тематическая направленность: *математика, информатика, механика, физика, космические исследования, астрономия, ионосфера.*

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, оф. 219, тел.: 272-13-19

<http://www.physico-mathematical.kz/index.php/en/>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2021

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75.

#### **Editor in chief:**

**MUTANOV Galimkair Mutanovich**, doctor of technical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, acting director of the Institute of Information and Computing Technologies of SC MES RK (Almaty, Kazakhstan) H=5

#### **Editorial board:**

**KALIMOLDAYEV Maksat Nuradilovich** (Deputy Editor-in-Chief), doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, Advisor to the General Director of the Institute of Information and Computing Technologies of SC MES RK, Head of the Laboratory (Almaty, Kazakhstan) H=7

**BAYGUNCHEKOV Zhumadil Zhanabayevich**, (Deputy Editor-in-Chief), doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Institute of Cybernetics and Information Technologies, Department of Applied Mechanics and Engineering Graphics, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan) H=3

**WOICIK Waldemar**, Doctor of Phys.-Math. Sciences, Professor, Lublin University of Technology (Lublin, Poland) H=23

**BOSHKAYEV Kuantai Avgazievich**, PhD, Lecturer, Associate Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan) H=10

**QUEVEDO Hemando**, Professor, National Autonomous University of Mexico (UNAM), Institute of Nuclear Sciences (Mexico City, Mexico) H=28

**ZHUSSUPOV Marat Abzhanovich**, Doctor in Physics and Mathematics, Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan) H=7

**KOVALEV Alexander Mikhailovich**, Doctor in Physics and Mathematics, Academician of NAS of Ukraine, Director of the State Institution «Institute of Applied Mathematics and Mechanics» DPR (Donetsk, Ukraine) H=5

**MIKHALEVICH Alexander Alexandrovich**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of NAS of Belarus (Minsk, Belarus) H=2

**RAMAZANOV Tlekkabul Sabitovich**, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, Vice-Rector for Scientific and Innovative Activity, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan) H=26

**TAKIBAYEV Nurgali Zhabagaevich**, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan) H=5

**TIGHINEANU Ion Mikhailovich**, Doctor in Physics and Mathematics, Academician, Full Member of the Academy of Sciences of Moldova, President of the AS of Moldova, Technical University of Moldova (Chisinau, Moldova) H=42

**KHARIN Stanislav Nikolayevich**, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, Kazakh-British Technical University (Almaty, Kazakhstan) H=10

**DAVLETOV Askar Erbulanovich**, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan) H=12

**CALANDRA Pietro**, PhD in Physics, Professor at the Institute of Nanostructured Materials (Monterotondo Station Rome, Italy) H=26

**News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Physical-mathematical series.**  
**ISSN 2518-1726 (Online),**  
**ISSN 1991-346X (Print)**

Owner: RPA «National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan» (Almaty). The certificate of registration of a periodical printed publication in the Committee of information of the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan No. 16906-Ж, issued 14.02.2018

Thematic scope: *mathematics, computer science, mechanics, physics, space research, astronomy, ionosphere.*

Periodicity: 6 times a year.

Circulation: 300 copies.

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, Almaty, 050010, tel. 272-13-19

<http://www.physico-mathematical.kz/index.php/en/>

## NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

## PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 5, Number 339 (2021), 131–136

<https://doi.org/10.32014/2021.2518-1726.93>

МРНТИ89.25.21

УДК621.01

Иванов К.С.<sup>1</sup>, Тулекенова Т.Д.<sup>2</sup><sup>1</sup>Алматинский университет энергетики и связи имени Гумарбека Даукеева, Алматы, Казахстан;<sup>2</sup>Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан.

E-mail: dana\_tul@mail.ru

## ДИНАМИКА АДАПТИВНОГО ПРИВОДА СТЫКОВОЧНОГО МЕХАНИЗМА

**Аннотация.** Адаптивный зубчатый привод представляет собой саморегулирующийся зубчатый механизм с постоянным зацеплением зубчатых колес и с переменным передаточным отношением. Редуктор работает без системы управления. Привод создан на основе научного открытия «Эффект силовой адаптации в механике». Сущность открытия – планетарная кинематическая цепь с двумя степенями свободы, в которой зубчатые колеса образуют подвижный замкнутый контур, адаптируется к переменной нагрузке. Условия силовой адаптации теоретически обеспечивают саморегулирование редуктора. Однако испытания привода показали ограниченную определенность движения. Анализ взаимодействия параметров механизма показал: использование действительных перемещений в принципе возможных работ не обеспечивает равновесие и определенность механизма [6].

Стыковочный механизм представляет собой механическую систему взаимосвязи элементов космического аппарата и орбитальной станции, приспособляющуюся к непрерывно и спонтанно меняющимся условиям их взаимодействия. Существующий привод стыковочного механизма является сложной механической системой, которая включает электродвигатель, зубчатый многоступенчатый передаточный механизм и систему управления [1]. Ранее был разработан упрощенный адаптивный привод, содержащий в качестве передаточного механизма адаптивный зубчатый вариатор. Адаптивный привод упрощает конструкцию и увеличивает надежность работы.

Разработанная математическая модель существующего стыковочного механизма центрального типа может быть использована для стыковочного механизма с адаптивным приводом путем использования приведенных упрощений изменений. В работе кратко сформулированы основы теории силовой адаптации зубчатого привода и разработана динамика адаптивного привода для стыковочного механизма космического аппарата.

**Ключевые слова:** адаптивный привод, силовая адаптация, динамика, стыковочный механизм.

**Введение.** Стыковочный аппарат – это управляемая электромеханическая система соединения движущегося космического аппарата (КА) с орбитальной станцией (ОС) [1]. Стыковочный аппарат содержит стыковочный механизм (СМ) и управляемый электромеханический привод. Стыковочный механизм представляет собой механическую систему взаимосвязи элементов космического аппарата и орбитальной станции, приспособляющуюся к непрерывно и спонтанно меняющимся условиям их взаимодействия. Управляемый электромеханический привод содержит электродвигатель, зубчатый дифференциальный передаточный механизм, регулирующие электромеханические устройства и систему управления.

Предлагается значительно упростить управляемый электромеханический привод стыковочного механизма путем замены зубчатого дифференциального механизма принципиально новым передаточным механизмом – адаптивным зубчатым вариатором.

**Материалы методы. Режимы движения привода.** Режимы движения привода определяются при динамическом анализе путем рассмотрения взаимосвязи параметров движения – сил и скоростей. Действующие силы определяют скорости движения звеньев, представленные на плане линейных скоростей [2].

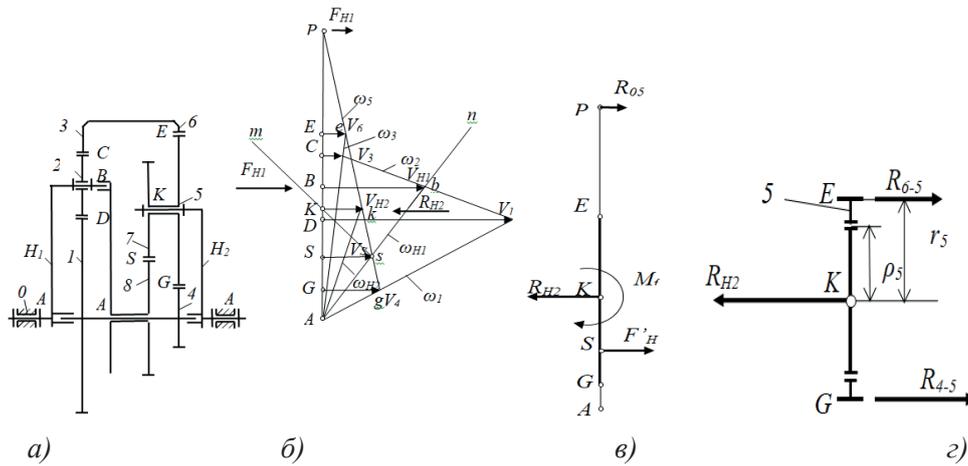


Рис 1. а) -б) адаптивный зубчатый вариатор с планом линейных скоростей, в) звено 5 с приложенными силами, г) шарнир сателлита 5 с уравновешивающим моментом трения

Постановка задачи динамического анализа: заданы постоянные входные параметры вариатора – угловая скорость  $\omega_{H1}$  и движущий момент  $M_{H1}$ ; по заданным значениям переменного выходного момента сопротивления  $M_{H2}$  определить изменение выходной скорости  $\omega_{H2}$ .

На плане линейных скоростей (рис. 1б) линия  $Ab$  угловой скорости  $\omega_{H1}$  занимает постоянное положение, линия  $Ak$  выходной угловой скорости  $\omega_{H2}$  определяется положением точки  $k$  вектора скорости  $V_{H2}$ . Взаимодействие этих угловых скоростей выполняет линия  $Pks$  угловой скорости  $\omega_5$  звена 5. Точка  $P$  является точкой пересечения линии  $ge$  угловой скорости  $\omega_5$  звена 5 с вертикальной нулевой линией  $AB$ . Точка  $S$  пересечения линий угловых скоростей  $\omega_{H1}$  и  $\omega_5$  определяет конец вектора скорости  $V_S$ , одинакового для звеньев 5 и  $H_1$ . Точка  $S$  занимает неизменное положение, а положение точки  $k$ , зависящее от  $\omega_{H2}$ , является переменным.

Взаимодействие кинематических и силовых параметров механизма по условию силовой адаптации (9) сводится к взаимодействию сил  $F_{H1}$ ,  $R_{H2}$  и  $R_{05}$  на звене 5 (рис.1в). Это взаимодействие на плане скоростей сводится к изменению положения точки  $k$  под действием переменной силы  $R_{H2}$ , то есть к повороту линии  $Pks$  вокруг неподвижной точки  $S$ , на которую действует постоянная сила  $F_{H1}$ . Взаимодействие параметров подчиняется условию  $\sum M_s = 0$  или  $R_{05} \cdot PS = R_{H2} \cdot KS$ , которое преобразуется в условие.

$$F'_{H1} \cdot PS = R_{H2} \cdot PK \quad (1)$$

После подстановки значения  $F'_{H1} = \frac{0.5M_{H1}}{r_{H1}} \left( \frac{r_3}{r_6} + \frac{r_1}{r_4} \right) = 0.5F_{H1} \left( \frac{r_3}{r_6} + \frac{r_1}{r_4} \right)$  преобразуется в условие и приводится к виду

$$F_{H1} \cdot AB = R_{H2} \cdot AS \quad (2)$$

Здесь  $F_{H1} \cdot PS = V_S / \omega_5$ ,  $KS = PS - PK = (V_S - V_K) / \omega_5$ . После подстановки в (1) получим  $F_{H1} \cdot PS = R_{H2} \cdot KS$ .

Таким образом, положение линии  $Pks$  определяет режим движения механизма. Механизм может иметь следующие режимы движения, представленные на диаграмме  $M = M(\omega)$ , характеризующей связь силовых и кинематических параметров привода (рис. 1а).

1) Начало движения (старт) при включении двигателя – участок  $AB$  диаграммы, соответствующий характеристике асинхронного электродвигателя  $M = M_0 - b\omega_0$ . Здесь  $M_0$  - стартовый момент двигателя,  $\omega_0$  - стартовая угловая скорость,  $b$  стартовый коэффициент. Старт происходит при повышенной мощности двигателя. Привод допускает старт двигателя совместно с зубчатым вариатором, характеристика двигателя на старте совпадает с характеристикой выходного вала привода с учетом передаточного отношения, равного 1. Происходит разгон с увеличением выходной угловой скорости  $\omega$  и некоторым уменьшением выходного момента сопротивления  $M$ .

Точка  $B$  в конце старта определяет постоянные параметры двигателя в эксплуатационном режиме

движения  $M_e, \omega_e$ . Участок  $BE$  полной характеристики двигателя не используется. Вариатор имеет такие же параметры.

В точке  $B$  имеет место одноподвижное движение при  $M_{H2} = M_{H1}, \omega_{H2} = \omega_{H1}$ . Линия  $Pks$  угловой скорости звена 5 занимает исходное положение  $sn$ , совпадающее с линией  $Asb$ . Полус  $P$  (мгновенный центр скоростей звена 5) совпадает с точкой  $A$ .

2) Эксплуатационный режим редуктора с преодолением переменной (в том числе резко изменяющейся) нагрузки – Усиление нагрузки – участок  $BC$  диаграммы, соответствующий характеристике адаптивного вариатора  $\omega_{H2} = M_{H1}\omega_{H1} / M_{H2}$  при  $M_{H2} > M_{H1}, \omega_{H2} < \omega_{H1}$ . Имеет место силовая адаптация к переменной нагрузке с мгновенным приспособлением скорости движения рабочего органа к условиям движения при постоянных параметрах двигателя.

На плане скоростей переменная сила  $R_{H2}$  перемещает точку  $k$  линии  $Pks$ , которая поворачивается вокруг точки  $s$  и может занимать положения в зоне редуктора, расположенной между начальным положением  $sn$  и конечным положением  $sm$ . В конечном положении при достижении критической нагрузки точка  $k$  переходит в точку  $K$ , которая характеризует остановку выходного вала. Изменение нагрузки приводит к соответствующему повороту линии по часовой стрелке или наоборот. Полус  $P$  может располагаться выше или ниже точки  $A$  в зависимости от нагрузки.

Режим мультипликатора при  $M_{H2} < M_{H1}, \omega_{H2} > \omega_{H1}$  – участок  $BD$  диаграммы. В точке  $D$  имеет место  $M_{H2} = M_{H2min}$ . Полус  $P$  располагается выше точки  $A$ . Линия  $\omega_5$  поворачивается вокруг точки  $Sv$  зоне, расположенной справа от начального положения  $sn$ .

3) Стоповый режим при  $M_{H2} = \infty, \omega_{H2} = 0$  – точка  $C'$  диаграммы  $M_{H2} = M_{H2max}$ . На плане скоростей линия  $\omega_5$  проходит через точку  $K$ . Двигатель продолжает работать, а привод переходит в одноподвижное состояние.

### Результаты. Построение тяговой характеристики адаптивного привода.

Для построения тяговой характеристики будем использовать упрощенные параметры силового взаимодействия [5].

Исходные данные: 1)  $P = M\omega$  – мощность электродвигателя, здесь  $\omega = \omega_{H1}$  – угловая скорость электродвигателя.

$$M = M_{H1} \text{ – момент электродвигателя } M = 2.5 \text{ Нм}, P = M\omega = 2.5 \cdot 40 = 100 \text{ Нм/с.}$$

2)  $M_i = M_{H2i}$   $i = A, B, C, C', C'', D, E$  – выходной момент сопротивления.

1. Старт. Участок  $AB$ : Исходные данные:  $M_i = M_{H2i}$   $i = A, B$ ,

$$M_A = 3M = 3 \cdot 2.5 = 7.5 \text{ Нм}, M_B = M = 2.5 \text{ Нм} \cdot \eta = 0,90 \text{ – КПД электродвигателя при минимальной нагрузке.}$$

Формула для расчета угловой скорости в рад/с

$$\omega_i = P\eta / M_i, \omega_A = 0, \omega_B = \frac{P\eta}{M_B} = \frac{100 \cdot 0,9}{2,5} = 36 \text{ рад/с.}$$

Начальная точка эксплуатационного режима  $B$ :  $\omega_B = 36 \text{ рад/с}, M_B = 2,5 \text{ Нм}$

2. Эксплуатационный режим.

2.1. Увеличение нагрузки. Участок  $BCC'$ .

Исходные данные:  $M_i$   $i = C, C', M_C = 15 \text{ Нм}, M_{C'} = 25 \text{ Нм}, M_{f_i} = fM_i$  – приведенный к выходному валу момент трения,

$$f = 0,2 \text{ – средний коэффициент приведения, } M_{fC} = fM_C = 0,2 \cdot 15 = 3 \text{ Нм.}$$

$$M_{fC'} = fM_{C'} = 0,2 \cdot 25 = 5 \text{ Нм.}$$

Выходная угловая скорость

$$\omega_i = P / (M_i + M_{f_i}), \omega_C = \frac{100}{15 + 3} = 5,55 \text{ рад/с}, \omega_{C'} = \frac{100}{25 + 5} = 3,33 \text{ рад/с}$$

2.2. Уменьшение нагрузки от стартового положения. Участок  $BD$ .

Исходные данные:  $M_D = 1 \text{ Нм}$  – момент сопротивления

$$M_{fD} = fM_D = 0,2 \cdot 1 = 0,2 \text{ Нм – приведенный к выходному валу момент трения.}$$

Выходная угловая скорость  $\omega_D = \frac{100}{1 + 0,2} = 83,3 \text{ рад/с.}$

3. Стоп-режим движения – точка  $C'$  смещается в положение  $C''$  – аварийная остановка при работающем двигателе  $\omega_{C''} = 0, M_{C''} = 30 \text{ Нм},$

4. Остановка электродвигателя после выключения – участок  $BE$  является участком характеристики электродвигателя. Точка  $B$  смещается в положение  $E$ .  $\omega_E = 40 \text{ рад/с}$ ,  $M_E = 0 \text{ Нм}$ .

Для привода в целом после выключения электродвигателя точка  $B$  переходит в начало координат  $O$ .

Табл.1. Параметры выходного вала вариатора

| Точка                             | $A$ | $B$ | $C$  | $C'$ | $C''$ | $D$  | $E$ |
|-----------------------------------|-----|-----|------|------|-------|------|-----|
| Момент сопротивления, $\text{Нм}$ | 7.5 | 2.5 | 15   | 25   | 30    | 1    | 0   |
| Угловая скорость, $\text{рад/с}$  | 0   | 36  | 5.55 | 3.33 | 0     | 83.3 | 40  |

Основные результаты анализа:

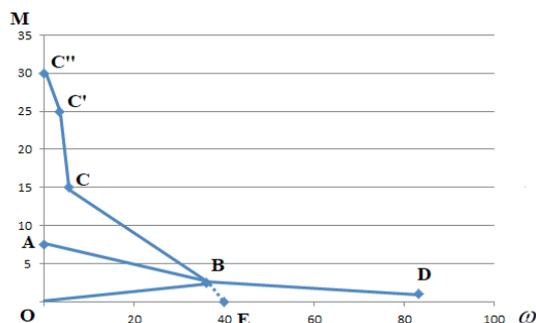


Рис.2 - Диаграмма зависимости угловой скорости от момента сопротивления

**Обсуждение. Анализ режимов движения привода.** Основные результаты анализа режимов движения и сопоставления адаптивного и существующего привода:

1) На старте (участок  $AB$ ) в адаптивном приводе, так же как и в существующем приводе, характеристика двигателя на старте совпадает с характеристикой выходного вала привода с учетом передаточного отношения, равного 1. Происходит разгон с увеличением выходной угловой скорости  $\omega$  и выходного стартового момента сопротивления  $M$ .

2) В эксплуатационном режиме движения с переменным сопротивлением (участок  $BC$ ) в существующем приводе параметры двигателя  $\omega$  и  $M$  изменяются с помощью его системы управления. Сигнал для изменения параметров двигателя, зависящий от переменного момента сопротивления  $M$ , передает система управления стыковочным механизмом, содержащая муфту сцепления, электромагнитный и фрикционный тормоз. Происходит взаимодействие двух сложных систем управления стыковочного механизма и механизма привода.

В адаптивном приводе двигатель работает без системы управления, переменный момент сопротивления на участке  $BC$  преодолевается адаптивным вариатором автономно за счет саморегулирования. При этом адаптивный вариатор может самостоятельно перейти в режим мультипликатора (участок  $BD$ ) при уменьшении момента сопротивления, что существенно расширяет диапазон регулирования.

В результате адаптивный саморегулирующийся привод, работающий без системы управления, будет иметь полную и мгновенную адекватность к переменному моменту сопротивления и безаварийность работы. При аварийной перегрузке (точка  $C'$ ) выходной вал привода будет остановлен при двигателе, продолжающем работать, а механизм перейдет в состояние с одной степенью свободы. Кроме того, двигатель, работающий без системы управления, имеет более высокий КПД, что позволяет снизить вес привода как за счет большей эффективности, так и за счет отсутствия средств торможения и разгона.

Сопоставление по конструктивным параметрам.

1. В адаптивном приводе используется один двигатель. Двигатель, выполняющий функцию электромагнитного торможения, не требуется.

2. Полная адаптация, мгновенное и адекватное реагирование на изменение нагрузки без системы управления и регулировок. Отсутствие аварийных ситуаций.

3. Устранение системы управления двигателями.

4. Увеличение надежности и качества работы привода.

5. Упрощение конструкции.

5. Уменьшение габаритов и веса привода.

**Заключение.** Разработанная математическая модель существующего стыковочного механизма центрального типа может быть использована для стыковочного механизма с адаптивным приводом путем использования приведенных упрощений.

Конструктивные изменения:

- 1) Выполнен динамический анализ режимов движения привода.
- 2) Выполненный динамический анализ подтвердил преимущества разработанной конструкции привода.

**Иванов К.С.<sup>1</sup>, Тулекенова Т.Д.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Ғ.Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті, Алматы, Қазақстан;

<sup>2</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан.

E-mail: dana\_tul@mail.ru

### **ТҮЙІСУ МЕХАНИЗІМІНІҢ БЕЙІМДЕЛГЕН ЖЕТЕГІНІҢ ДИНАМИКАСЫ**

**Аннотация.** Бейімделген тісті жетек тісті дөңгелектердің тұрақты берілісі бар және айнымалы беріліс қатынасы бар өзін-өзі реттейтін тісті механизмнен тұрады. Редуктор басқарусыз жұмыс істейді. «Механикадағы күштің бейімделу әсері» ғылыми жаңалықтың негізінде жетек пайда болды. Жаңалықтың мәні – екі еркіндік дәрежесі бар планетарлық кинематикалық тізбек, айнымалы жүктемеге бейімделген редукторлар жылжымалы жабық тізбекті құрайды. Күштің бейімделу шарттары теориялық тұрғыдан редуктордың өзін-өзі реттеуін қамтамасыз етеді. Алайда, жетекті сынау қозғалыстың шектеулі анықтығын көрсетті. Механизм параметрлерінің өзара әсерлесуі келесі талдауды көрсетті: мүмкін болатын жұмыс принципіне нақты орынауыстуларды қолдану механизмнің тепе-теңдігі мен анықтығын қамтамасыз етпейді [6].

Түйісу механизм – бұл ғарыш аппараты мен орбиталық станция элементтерінің өзара әрекеттесуінің механикалық жүйесі, олардың өзара әрекеттесуінің үздіксіз және өздігінен өзгеретін жағдайларына бейімделеді. Қолданыстағы түйісу механизмнің жетегі – оның ішінде электр қозғалтқыш, көп сатылы беріліс механизмі және басқару жүйесі бар күрделі механикалық жүйе [1]. Бұрын беріліс механизмі ретінде адаптивті вариатордан тұратын жеңілдетілген бейімделген жетек жасалынған болатын. Бейімделген жетек конструкцияны жеңілдетеді және жұмыстың сенімділігін арттырады.

Қолданыстағы орталық типтегі түйісу механизмнің дамыған математикалық моделін жоғарыда аталған өзгертулерді қолдана отырып, бейімделген жетегі бар түйісу механизмі үшін қолдануға болады. Мақалада редуктордың электрлік бейімделу теориясының негіздері қысқаша тұжырымдалған және ғарыш аппараттарының түйісу механизмі үшін бейімделген жетектің динамикасы жасалынған.

**Түйінді сөздер:** бейімделген тісті жетек, күштік бейімделу, динамика, түйісу механизмі.

**Ivanov K.S.<sup>1</sup>, Tulegenova T.D.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Almaty University of Power Engineering and Telecommunications named after G.Daukeev, Almaty, Kazakhstan;

<sup>2</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: dana\_tul@mail.ru

### **DYNAMICS OF THE ADAPTIVE DRIVE OF THE DOCKING MECHANISM**

**Abstract.** Adaptive gear is a self-regulating gear mechanism with constant gear engagement and variable gear ratio. The gearbox works without a control system. The drive is based on the scientific discovery “The effect of force adaptation in mechanics”. The essence of the discovery lies in a planetary kinematic chain with two degrees of freedom, in which the gears form a movable closed loop that adapts to a variable load. The conditions of power adaptation theoretically provide self-regulation of the gearbox. However, tests of the drive have shown limited certainty of movement. The analysis of the interaction of the mechanism parameters showed that the use of real displacements in principle of possible operations does not provide equilibrium and certainty of the mechanism [6].

The docking mechanism is a mechanical system of interconnection of the elements of the spacecraft and the orbital station, adapting to the continuously and spontaneously changing conditions of their interaction. The existing drive of the docking mechanism is a complex mechanical system, including an electric motor, a gear multistage transmission mechanism and a control system [1]. Previously, a simplified adaptive drive was developed, containing an adaptive variator as a transmission mechanism. The adaptive drive simplifies the design and increases the reliability of operation.

The developed mathematical model of the existing central-type docking mechanism can be used for an adaptive drive docking mechanism using the above simplifications of changes. The article briefly formulates the basics of the theory of power adaptation of the gear drive and develops the dynamics of the adaptive drive for the docking mechanism of the spacecraft.

**Key words:** adaptive drive, power adaptation, dynamics, docking mechanism.

**Information about authors:**

**Ivanov Konstantin Samsonovich** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Researcher, Alamy University of Power Engineering and Telecommunications, *ivanovgreek@mail.ru*, <https://orcid.org/0000-0002-3750-8081>;

**Tulekenova Dana Toleubekovna** – PhD student of Al-Farabi Kazakh National University, *dana\_tul@mail.ru*, <https://orcid.org/0000-0002-9509-4331>.

### ЛИТЕРАТУРА

[1] Голубев Ю.Ф., Яскевич А.В. Компьютерное моделирование динамики стыковочных механизмов центрального типа для космических аппаратов // Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша. 2019. № 89. С. 40. doi: 10.20948/prepr-2019-89. URL: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2019-89>.

[2] Иванов К.С. Основы теории самонастраивающихся механизмов. Теория механизмов и машин. Сетевой научный журнал. Том 17, №4 (44). Санкт-Петербург. Россия. 2019. С. 134 – 146.

[3] Левитский Н.И. Теория механизмов и машин. Москва. Наука. 1979. 576 с.

[4] Ivanov K.S., Tulekenova D.T., M. Ceccarelli. An Adaptive Drive of Spacecraft Docking Mechanism. Mechanisms and Machine Science, Meder 2021. Springer. V. 3. ISSN 2211-0992. 2021. P. 168-178.

[5] Маркеев А.П. Теоретическая механика. Москва. Наука. 1990. 416 с.

[6] Сыромятников В.С. Стыковочные устройства космических аппаратов // Машиностроение, Москва. 1984. 216 с.

[7] Яскевич А.В. Кинематическая схема стыковочного механизма типа «штырь–конус» для перспективных космических кораблей. № 4 (19)/2017 КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ. РФ. Москва. 2017. С. 95-104.

[8] Яскевич А.В., Павлов В.Н., Шепелкин Н.А. Стыковочный механизм космического аппарата. Патент РФ № RU 2706639. 19.11.2019.12 с.

### REFERENCES

[1] Golubev Yu.F., Yaskevich A.V. Computer simulation of the dynamics of central-type docking mechanisms for spacecraft//Preprint of the IPM named after M.V.Keldysh. 2019. No. 89. C.40. doi: 10.20948/prepr-2019-89. URL: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2019-89>.

[2] Ivanov K.S. Fundamentals of the theory of self-adjusting mechanisms. Theory of mechanisms and machines. Online scientific journal. Volume 17, No. 4(44). Saint-Petersburg. Russia. 2019. C. 134 – 146.

[3] Levitsky N.I. Theory of mechanics and machines. Moscow. The science. 1979. 576 p.

[4] Ivanov K.S., Tulekenova D.T., M. Ceccarelli. An Adaptive Drive of Spacecraft Docking Mechanism. Mechanisms and Machine Science, Meder2021. Springer. V. 3. ISSN 2211-0992. 2021. P. 168-178.

[5] Markeev A.P. Theoretical mechanics. Moscow. The science. 1990. 416 p.

[6] Syromyatnikov V.S. Docking arrangements of spacecraft // Mashinostroenie, Moscow. 1984. 216 p.

[7] Yaskevich A.V. Kinematic scheme of the pin–cone type docking mechanism for promising spacecraft. No. 4(19)/2017 SPACE ENGINEERING AND TECHNOLOGIES. RF. Moscow. 2017. pp. 95-104.

[8] Yaskevich A.V., Pavlov V.N., Shepelkin N.A. The docking mechanism of the spacecraft. RF Patent No. RU 2706639. 19.11.2019.12 p.

## МАЗМҰНЫ

### ФИЗИКА

|   |    |
|---|----|
| <b>Абуова Ф.У., Инербаев Т.М., Абуова А.У., Қаптағай Г.Ә., Мерәлі Н.</b><br>ВАНАДИЙМЕН ЛЕГИРЛЕНГЕН $Mn_2CoZ(Al/Ga)$ ҚОСПАСЫНЫҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ,<br>ЭЛЕКТРОНДЫҚ ЖӘНЕ МАГНИТТІК ҚАСИЕТТЕРІ.....                    | 6  |
| <b>Алдақұлов Е., Темірбек Ә.М., Муратов М.М., Молдабеков Ж., Рамазанов Т.С.</b><br>КРИОГЕНДІК ЖАҒДАЙДАҒЫ ТОЗАҢДЫ ПЛАЗМА БӨЛШЕКТЕРДІҢ ЖҰПТЫҚ<br>КОРРЕЛЯЦИЯЛЫҚ ФУНКЦИЯСЫНА ТЕРМОФОРЕТИКАЛЫҚ КҮШНІҢ ӘСЕРІ..... | 17 |
| <b>Калжигитов Н.К., Василевский В.С., Такибаев Н.Ж., Курмангалиева В.О.</b><br>${}^6Li$ ЯДРОСЫНДАҒЫ КЛАСТЕРЛІК ПОЛЯРИЗАЦИЯ ЭФФЕКТІЛЕРІН ЗЕРТТЕУ.....  | 25 |
| <b>Курбаниязов А.К., Сырлыбекқызы С., Джаналиева Н.Ш., Аккенжеева А.Ш., Кабылова А.Р.</b><br>ОРТА КАСПИЙДІҢ ТЕҢІЗ АҒЫНЫН МЕН ТЕРМОХАЛИН ҚҰРЫЛЫМЫН ТІКЕЛЕЙ ӨЛШЕУ...33  |    |
| <b>Мейрамбекұлы Н., Карибаев А.В., Темирбаев А.А.</b><br>ЖЕРДІ БАРЛАУШЫ КІШІ ҒАРЫШ АППАРАТТАРЫНА АРНАЛҒАН АНИЗАТРОПТЫ<br>ФРАКТАЛДЫҢ ЕКІНШІ БУЫНЫНА НЕГІЗДЕЛГЕН КӨПДИАПАЗОНДЫ АНТЕННА.....                   | 42 |
| <b>Мұсабек Г.Қ., Садықов Ғ.Қ., Бақтыгерей С.З., Задерко А.Н., Лесняк В.В.</b><br>ТЕРМОМЕТРИЯҒА АРНАЛҒАН ФОТО ЛЮМИНЦЕНЦИЯЛЫҚ НАНОМАТЕРИАЛДАР:<br>КРЕМНИЙ ЖӘНЕ КӨМІРТЕКТІ НАНОБӨЛШЕКТЕР.....                  | 54 |

### ИНФОРМАТИКА

|   |     |
|---|-----|
| <b>Джусупбекова Г.Т., Жидебаева А.Н., Изтаев Ж.Д., Шаймерденова Г.С., Тастанбекова Б.О.</b><br>DELPHI ОРТАСЫНДА «БАНК ЖҮЙЕСІНДЕГІ НЕСИЕЛЕР МЕН ДЕПОЗИТТЕРДІ<br>АВТОМАТТАНДЫРУ» ЖҰМЫС ОРЫНДАРЫН ҚҰРУ.....                  | 61  |
| <b>Ерасыл К., Ахметов И., Джаксылықова А.</b><br>KASPI ӨНІМДЕРІ ТУРАЛЫ ПІКІРЛЕРДЕГІ КӨҢІЛ-КҮЙДІ ТАЛДАУ.....   | 68  |
| <b>Мауленов Қ.С., Кудубаева С.А.</b><br>НААР, НОГ, CNN БЕТ ДЕТЕКТОРЛАРЫН САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ.....   | 74  |
| <b>Сейлова Н.А., Журынтаев Ж.З., Мамырбаев О.Ж., Батыргалиев А.Б., Тұрдалыұлы М.</b><br>ПСЕВДО КЕЗДЕЙСОҚ ИМПУЛЬСТАР ТІЗБЕГІНІҢ САНДЫҚ ГЕНЕРАТОРЛАРЫ ЖӘНЕ<br>ОЛАРДЫ CAD QUARTUS II ОРТАСЫНДА FPGA КӨМЕГІМЕН МОДЕЛЬДЕУ..... | 83  |
| <b>Сымагулов А., Кучин Я., Елис М., Жумабаев А., Абдуразаков А.</b><br>МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУДЫҢ ҚАРА ЖӘШІКТЕРІН ТҮСІНДІРУ ӘДІСТЕРІ ЖӘНЕ ШЕШІМ<br>ҚАБЫЛДАУДЫ ҚОЛДАУ ЖҮЙЕЛЕРІН ҚҰРУ ҮШІН ОЛАРДЫ ҚОЛДАНУ.....                      | 91  |
| <b>Усатова О.А., Бегимбаева Е.Е., Нысанбаева С.Е., Усатов Н.С.</b><br>ХЕШ ФУНКЦИЯ ӘДІСТЕРІН ТАЛДАУ ЖӘНЕ ПРАКТИКАЛЫҚ ҚОЛДАНУ.....  | 100 |

### МАТЕМАТИКА

|   |     |
|---|-----|
| <b>Абдраманова Г.Б., Имамбек О., Белисарова Ф.Б.</b><br>$p^7B$ СЕРПИМДІ ШАШЫРАУ ҚИМАСЫНЫҢ ЕСЕПТЕУЛЕРІ ҮШІН ГЛАУБЕР ТЕОРИЯНЫҢ<br>НЕГІЗІНДЕГІ МАТЕМАТИКАЛЫҚ ФОРМАЛИЗМ.....  | 111 |
| <b>Адилова А.Қ., Жүзбаев С.С., Ахметжанова Ш.Е.</b><br>КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ МАТЕРИАЛДАР ҚҰРЫЛЫМЫ ЖӘНЕ КОМПОЗИТТЕР<br>МЕХАНИКАСЫНЫҢ ЕСЕПТЕРІ.....   | 119 |
| <b>Иванов К.С., Тулекенова Т.Д.</b><br>ТҮЙІСУ МЕХАНИЗІМІНІҢ БЕЙІМДЕЛГЕН ЖЕТЕГІНІҢ ДИНАМИКАСЫ.....   | 131 |
| <b>Исраилова С.Т., Муханова А.А., Сатыбалдиева А.Ж.</b><br>ТЕҢГЕРІМДІ КӨРСЕТКІШТЕР ЖҮЙЕСІ БОЙЫНША КӘСІПОРЫННЫҢ БИЗНЕС<br>ПРОЦЕСТЕРІНІҢ ТИІМДІЛІГІН БАҒАЛАУ АЛГОРИТМІ.....   | 137 |
| <b>Оразбаев Б.Б., Жумадилаева А.К., Дюсекеев К.А., Сантеева С.Ә., Xiao-Guang Yue</b><br>ЖҮЙЕЛІК ТӘСІЛДЕМЕ НЕГІЗІНДЕ ЛГ-35-11/300-95 ҚОНДЫРҒЫСЫНЫҢ БЕНЗИНДІ<br>РИФОРМИНГТЕУ РЕАКТОРЛАРЫНЫҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕРІН ҚҰРУ..... | 145 |

## СОДЕРЖАНИЕ

### ФИЗИКА

|  |    |
|--|----|
| <b>Абуова Ф.У., Инербаев Т.М., Абуова А.У., Каптагай Г.А., Мерәлі Н.</b><br>СТРУКТУРНЫЕ, ЭЛЕКТРОННЫЕ И МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА $Mn_2CoZ(Al/Ga)$ ПРИ<br>ЛЕГИРОВАНИИ ВАНАДИЕМ.....  | 6  |
| <b>Алдакулов Е., Темірбек Ә.М., Муратов М.М., Молдабеков Ж., Рамазанов Т.С.</b><br>ВЛИЯНИЕ СИЛЫ АТОМНОГО УВЛЕЧЕНИЯ НА ПАРНУЮ КОРРЕЛЯЦИОННУЮ ФУНКЦИЮ<br>ПЫЛЕВОЙ ПЛАЗМЫ В КРИОГЕННЫХ УСЛОВИЯХ.....                             | 17 |
| <b>Калжигитов Н.К., Василевский В.С., Такибаев Н.Ж., Курмангалиева В.О.</b><br>ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТОВ КЛАСТЕРНОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ В ЯДРЕ ${}^6Li$ .....  | 25 |
| <b>Курбаниязов А.К., Сырлыбеккызы С., Джаналиева Н.Ш., Аккенжеева А.Ш., Кабулова А.</b><br>ПРЯМОЕ ИЗМЕРЕНИЕ МОРСКОГО ТЕЧЕНИЯ И ТЕРМОХАЛИНОВОЙ<br>СТРУКТУРЫ СРЕДНЕГО КАСПИЯ.....  | 33 |
| <b>Мейрамбекұлы Н., Карибаев Б.А., Темирбаев А.А.</b><br>МНОГОДИАПАЗОННАЯ АНТЕННА НА БАЗЕ ВТОРОГО ПОКОЛЕНИЯ АНИЗОТРОПНОГО<br>ФРАКТАЛА ДЛЯ МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ДИСТАНЦИОННОГО<br>ЗОНДИРОВАНИЯ И НАБЛЮДЕНИЯ ЗЕМЛИ..... | 42 |
| <b>Мусабек Г.К., Садыков Г.К., Бактыгерей С.З., Задерко А.Н., Лесняк В.В.</b><br>ФОТОЛЮМИНЦЕНТНЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕРМОМЕТРИИ: КРЕМНИЙ<br>И УГЛЕРОДНЫЕ НАНОЧАСТИЦЫ.....  | 54 |

### ИНФОРМАТИКА

|   |     |
|---|-----|
| <b>Джусупбекова Г.Т., Жидебаева А.Н., Изтаев Ж.Д., Шаймерденова Г.С., Тастанбекова Б.О.</b><br>СОЗДАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ РАБОЧИХ МЕСТ ДЛЯ «КРЕДИТОВАНИЕ<br>И ДЕПОЗИТЫ В БАНКОВСКОЙ СИСТЕМЕ» В СРЕДЕ DELPHI.....                 | 61  |
| <b>Ерасыл К., Ахметов И., Джаксылыкова А.</b><br>ТОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОТЗЫВОВ О ТОВАРАХ KASPI.....  | 68  |
| <b>Мауленов Қ.С., Кудубаева С.А.</b><br>СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДЕТЕКТОРОВ ЛИЦ HAAR, HOG, CNN.....   | 74  |
| <b>Сейлова Н.А., Джурунтаев Д.З., Мамырбаев О.Ж., Батыргалиев А.Б., Тұрдалыұлы М.</b><br>ЦИФРОВЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ ПСЕВДОСЛУЧАЙНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ИМПУЛЬСОВ<br>И ИХ МОДЕЛИРОВАНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЛИС В СРЕДЕ САПР QUARTUSII..... | 83  |
| <b>Сымагулов А., Кучин Я., Елис М., Жумабаев А., Абдуразаков А.</b><br>МЕТОДЫ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ЧЕРНЫХ ЯЩИКОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ И ИХ<br>ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ.....                               | 91  |
| <b>Усатова О.А., Бегимбаева Е.Е., Нысанбаева С.Е., Усатов Н.С.</b><br>АНАЛИЗ МЕТОДОВ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ХЕШ-ФУНКЦИЙ.....   | 100 |

### МАТЕМАТИКА

|   |     |
|---|-----|
| <b>Абдраманова Г.Б., Имамбек О., Белисарова Ф.Б.</b><br>МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФОРМАЛИЗМ ДЛЯ РАСЧЕТОВ СЕЧЕНИЯ УПРУГОГО $p^7Be$ -РАССЕЯНИЯ<br>В РАМКАХ ТЕОРИИ ГЛАУБЕРА.....  | 111 |
| <b>Адилова А.К., Жузбаев С.С., Ахметжанова Ш.Е.</b><br>СТРУКТУРА КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА И ЗАДАЧИ МЕХАНИКИ КОМПОЗИТОВ..   | 119 |
| <b>Иванов К.С., Тулекенова Т.Д.</b><br>ДИНАМИКА АДАПТИВНОГО ПРИВОДА СТЫКОВОЧНОГО МЕХАНИЗМА.....   | 131 |
| <b>Исраилова С.Т., Муханова А.А., Сатыбалдиева А.Ж.</b><br>СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЯ<br>С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СБАЛАНСИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ.....                                       | 137 |
| <b>Оразбаев Б.Б., Жумадилаева А.К., Дюсекеев К.А., Сантеева С.А., Xiao-Guang Yue</b><br>РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ РЕАКТОРОВ РИФОРМИНГА БЕНЗИНА<br>УСТАНОВКИ LG-35-11/300-95 НА ОСНОВЕ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА..... | 145 |

## CONTENTS

### PHYSICS

|  |    |
|--|----|
| <b>Abuova F., Inerbaev T., Abuova A., Kaptagay G., Merali N.</b><br>STRUCTURAL, ELECTRONIC AND MAGNETIC PROPERTIES OF VANADIUM DOPED<br>Mn <sub>2</sub> CoZ(Al/Ga).....  | 6  |
| <b>Aldakulov Ye., Temirbek A.M., Muratov M.M., Moldabekov Z., Ramazanov T.S.</b><br>INFLUENCE OF THE NEUTRAL SHADOWING FORCE ON THE PAIR CORRELATION FUNCTION<br>OF THE DUSTY PLASMA UNDER CRYOGENIC CONDITIONS..... | 17 |
| <b>Kalzhitov N., Vasilevsky V.S., Takibayev N. Zh., Kurmangaliyeva V.O.</b><br>A STUDY OF THE EFFECTS OF CLUSTER POLARIZATION IN THE 6Li NUCLEUS.....  | 25 |
| <b>Kurbaniyazov A.K., Syrlybekkyzy S., Janaliyeva N.Sh., Akkenzheyeva A., Kabylova A.</b><br>DIRECT MEASUREMENT OF SEA CURRENTS AND THERMOHALINE STRUCTURE OF THE<br>MIDDLE CASPIAN.....                             | 33 |
| <b>Meirambekuly N., Karibayev B.A., Temirbayev A.A.</b><br>MULTI-BAND ANTENNA BASED ON THE SECOND GENERATION OF ANISOTROPIC FRACTAL<br>FOR SMALL REMOTE SENSING AND EARTH OBSERVING SPACECRAFTS.....                 | 42 |
| <b>Mussabek G.K., Sadykov G.K., Baktygeray S.Z., Zaderko A.N. Lisnyak V.V.</b><br>PHOTOLUMINESCENT NANOMATERIALS FOR THERMOMETRY: SILICON AND CARBON<br>NANOPARTICLES.....   | 54 |

### COMPUTER SCIENCE

|  |     |
|--|-----|
| <b>Jussupbekova G.T., Zhidebayeva A.N., Iztayev Zh.D., Shaimerdenova G.S., Tastanbekova B.O.</b><br>CREATION OF AUTOMATED JOBS FOR "LOANS AND DEPOSITS IN THE BANKING SYSTEM"<br>IN THE DELPHI ENVIRONMENT.....                | 61  |
| <b>Yerassyl K., Akhmetov I, Jaxylykova A.</b><br>SENTIMENT ANALYSIS OF KASPI PRODUCT REVIEWS.....  | 68  |
| <b>Maulenov K.S., Kudubaeva S.A.</b><br>COMPARATIVE ANALYSIS OF FACE DETECTORS HAAR, HOG, CNN.....   | 74  |
| <b>Seilova N.A., Dzhuruntaev D.Z., Mamyrbayev O.Zh., Batyrgaliev A.B., Turdalyuly M.</b><br>DIGITAL GENERATORS OF A PSEUDORANDOM PULSES SEQUENCE AND THEIR MODELING<br>WITH USE OF FPGA IN THE ENVIRONMENT CAD QUARTUS II..... | 83  |
| <b>Symagulov A., Kuchin Ya., Yelis M., Zhumabayev A., Abdurazakov A.</b><br>METHODS FOR INTERPRETING MACHINE LEARNING BLACK BOXES AND THEIR<br>APPLICATION TO DECISION SUPPORT SYSTEMS.....                                    | 91  |
| <b>Ussatova O., Begimbayeva Ye., Nyssanbayeva S., Ussatov N.</b><br>ANALYSIS OF METHODS AND PRACTICAL APPLICATION OF HASH FUNCTIONS.....   | 100 |

### MATHEMATICS

|   |     |
|---|-----|
| <b>Abdramanova G.B., Imambek O., Belisarova F.B.</b><br>MATHEMATICAL FORMALISM FOR CALCULATIONS OF THE ELASTIC p <sub>7</sub> Be SCATTERING<br>CROSS SECTION IN THE FRAMEWORK OF GLAUBER THEORY.....                          | 111 |
| <b>Adilova A.K., Zhuzbayev S.S., Akhmetzhanova S.E.</b><br>COMPOSITE MATERIAL STRUCTURE AND PROBLEMS OF COMPOSITE MECHANICS.....  | 119 |
| <b>Ivanov K.S., Tulekenova T.D.</b><br>DYNAMICS OF THE ADAPTIVE DRIVE OF THE DOCKING MECHANISM.....   | 131 |
| <b>Israilova S., Mukhanova A., Satybaldiyeva A.</b><br>MODERN METHODS FOR EVALUATING BUSINESS PROCESSES OF AN ENTERPRISE USING A<br>BALANCED SCORECARD.....   | 137 |
| <b>Orazbayev B., Zhumadillayeva A., Dyussekeyev K., Santeyeva S., Xiao-Guang Yue</b><br>DEVELOPMENT MATHEMATICAL MODELS OF PETROL REFORMING REACTORS OF THE<br>LG-35-11 / 300-95 INSTALLATION BASED ON A SYSTEM APPROACH..... | 145 |

**Publication Ethics and Publication Malpractice in  
the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct ([http://publicationethics.org/files/u2/New\\_Code.pdf](http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf)). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайтах:

**[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)**

**<http://physics-mathematics.kz/index.php/en/archive>**

**ISSN 2518-1726 (Online),**

**ISSN 1991-346X (Print)**

Редакторы: *М.С. Ахметова, А. Ботанқызы, Д.С. Аленов, Р.Ж. Мрзабаева*  
Верстка на компьютере *Г.Д. Жадыранова*

Подписано в печать 15.10.2021.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

4,6 п.л. Тираж 300. Заказ 5.