

ISSN (Print) 2616-7263
ISSN (Online) 2663-1261

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің

ХАБАРШЫСЫ

BULLETIN

of L.N. Gumilyov Eurasian
National University

ВЕСТНИК

Евразийского национального
университета имени Л.Н. Гумилева

ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР сериясы

TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGY Series

Серия **ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ**

№2(127)/2019

1995 жылдан бастап шығады

Founded in 1995

Издается с 1995 года

Жылына 4 рет шығады

Published 4 times a year

Выходит 4 раза в год

Нұр-Сұлтан, 2019

Nur-Sultan, 2019

Нур-Султан, 2019

Бас редакторы
т.ғ.д., проф
Мерзадинова Г.Т. (Қазақстан)

Бас редактордың орынбасары **Жусупбеков А.Ж.**, т.ғ.д, проф.
(Қазақстан)
Бас редактордың орынбасары **Тогизбаева Б.Б.**, т.ғ.д., проф.
(Қазақстан)
Бас редактордың орынбасары **Сарсембаев Б.К.**, т.ғ.к., доцент
(Қазақстан)

Редакция алқасы

Акира Хасегава	проф. (Жапония)
Акитоши Мочизуки	проф. (Жапония)
Базарбаев Д.О.	PhD (Қазақстан)
Байдабеков А.К.	т.ғ.д., проф. (Қазақстан)
Дер Вэн Чанг	PhD, проф. (Тайвань (ROC))
Жардемев Б.Б.	т.ғ.д. (Қазақстан)
Жумагулов М.Г.	PhD (Қазақстан)
Йошинори Ивасаки	проф. (Жапония)
Калякин В.Н.	т.ғ.д., проф. (АҚШ)
Колчун М.	PhD, проф. (Словения)
Тадатсугу Танака	проф. (Жапония)
Талал Аввад	PhD, проф. (Сирия)
Хое Линг	проф. (АҚШ)
Чекаева Р.У.	а.к., проф. (Қазақстан)
Шахмов Ж.А.	PhD, доцент (Қазақстан)
Юн Чул Шин	PhD, проф. (Оңтүстік Корея)

Редакцияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ., Сәтбаев к-сі, 2, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, 349 б.
Тел: +7 (7172) 709-500 (ішкі 31-428). E-mail: vest_techsci@enu.kz

Жауапты хатшы, компьютерде беттеген: А. Нұрболат

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Хабаршысы.
ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР сериясы
Меншіктенуші: ҚР БжҒМ "Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті" ШЖҚ РМК
Мерзімділігі: жылына 4 рет
Қазақстан Республикасының Ақпарат және коммуникациялар министрлігінде 27.03.2018ж.
№16991 -ж тіркеу куәлігімен тіркелген
Тиражы: 25 дана
Типографияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ., Қажымұқан к-сі 12/1
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті
Тел: +7 (7172)709-500 (ішкі 31-428). Сайт: <http://bultech.enu.kz>

Editor-in-Chief
Gulnara Merzadinova, Prof. (Kazakhstan)

Deputy Editor-in-Chief **Askar Zhussupbekov**, Prof.
(Kazakhstan)
Deputy Editor-in-Chief **Baglan Togizbayeva**, Prof.
(Kazakhstan)
Deputy Editor-in-Chief **Bayandy Sarsembayev**, Assoc. Prof.
(Kazakhstan)

Editorial Board

Akira Hasegawa	Prof. (Japan)
Akitoshi Mochizuki	Prof. (Japan)
Daniyar Bazarbayev	Assoc. Prof. (Kazakhstan)
Auez Baydabekov	Prof. (Kazakhstan)
Rahima Chekaeva	Prof. (Kazakhstan)
Der Wen Chang	Prof. (Taiwan (ROC))
Eun Chul Shin	Prof. (South Korea)
Hoe Ling	Prof. (USA)
Viktor Kaliakin	Prof. (USA)
Mihail Kolchun	Prof. (Slovenia)
Zhanbolat Shakhmov	Assoc.Prof.(Kazakhstan)
Tadatsugu Tanaka	Prof. (Japan)
Talal Awwad	Prof. (Syria)
Yoshinori Iwasaki	Prof. (Japan)
Bolat Zardemov	Doctor of Engineering(Kazakhstan)
Mihail Zhumagulov	Assoc. Prof.(Kazakhstan)

Editorial address:

2, Satpayev str., of. 349, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan,
010008

Tel.: +7 (7172) 709-500 (ext. 31-428), E-mail: vest_techsci@enu.kz

Responsible secretary, computer layout: Aizhan Nurbolat

Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University.
TECHNICAL SCIENCES and TECHNOLOGY Series

Owner: Republican State Enterprise in the capacity of economic conduct "L.N. Gumilyov Eurasian National University" Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan

Periodicity: 4 times a year

Registered by the Ministry of Information and Communication of the Republic of Kazakhstan

Registration certificate №16991-ж from 27.03.2018. Circulation: 25 copies

Address of Printing Office: 12/1 Kazhimukan str., L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan 010008

Tel: +7 (7172) 709-500 (ext.31-428). Website: <http://bultech.enu.kz>

Главный редактор
д.т.н., проф.
Мерзадинова Г.Т. (Казахстан)

Зам. главного редактора
Зам. главного редактора
Зам. главного редактора

Жусупбеков А.Ж., д.т.н., проф. (Казахстан)
Тогизбаева Б.Б., д.т.н., проф. (Казахстан)
Сарсембаев Б.К., к.т.н. доцент (Казахстан)

Редакционная коллегия

Акира Хасегава	проф. (Япония)
Акитоши Мочизуки	проф. (Япония)
Базарбаев Д.О.	PhD (Казахстан)
Байдабеков А.К.	д.т.н., проф. (Казахстан)
Дер Вэн Чанг	PhD, проф. (Тайвань (ROC))
Жардемов Б.Б.	д.т.н. (Казахстан)
Жумагулов М.Г.	PhD (Казахстан)
Йошинори Ивасаки	проф. (Япония)
Калякин В.Н.	д.т.н., проф. (США)
Колчун М.Н.	PhD, проф. (Словения)
Тадатсугу Танака	проф. (Япония)
Талал Аввад	PhD, проф. (Сирия)
Хое Линг	проф. (США)
Чекаева Р.У.	к.а., проф. (Казахстан)
Шахмов Ж.А.	PhD, доцент (Казахстан)
Юн Чул Шин	PhD, проф. (Южная Корея)

Адрес редакции: 010008, Казахстан, г. Нур-Султан, ул. Сатпаева, 2, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, каб. 349
Тел: +7(7172) 709-500 (вн. 31-428). E-mail: vest_techsci@enu.kz

Ответственный секретарь, компьютерная верстка: А. Нурболат

Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева.
Серия ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИИ

Собственник: РГП на ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева" МОН РК

Периодичность: 4 раза в год

Зарегистрирован Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан

Регистрационное свидетельство №16991-ж от 27.03.2018 г.

Тираж: 25 экземпляров. Адрес типографии: 010008, Казахстан, г. Нур-Султан, ул. Кажимукана, 12/1,

Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева

Тел.: +7(7172)709-500 (вн.31-428). Сайт: <http://bultech.enu.kz>

**Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ХАБАРШЫСЫ. ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР сериясы
№2(127)/2019**

МАЗМҰНЫ

<i>Байхожаева Б.Ұ., Абенова А.А.</i> Тағамдық өнімдердің сапасы мен қауіпсіздігін қамтамасыз ету маңызды мемлекеттік тапсырма	8
<i>Бейсенбі М.А., Ш.С. Мусабаева, Сатпаева А.К., Кусикова Н.М.</i> m кірістері және n шығыстары бар объектілердің орнықсыз және детерминделген бейберекетсіз режимдерін басқару	13
<i>Боргекова К.Б.</i> Батыс Қазақстанда жүктерді түсіру ғимаратының құрылысында құрама темірбетонды қадаларды қолдану тәжірибесі	21
<i>Ермагамбет Б.Т., Нургалиев Н.У., Маслов Н.А., Сыздықова А.А.</i> «Каражыра» кен орны көмір күлін электрфизикалық өңдеу	31
<i>Касымбек Н.М., Мустафин М.Б., Иманкулов Т.С., Азмед-Заки Д.Ж.</i> Мұнай ығыстыру есебін шешуге арналған бағдарламасын оңтайландыру	40
<i>Калыкин В.Н.</i> Анизотроптың топырақтың тұрақтылығы: кейбір маңызды мәселелердің қысқаша мазмұны	49
<i>Рамазанова Ж.М., Замалитдинова М.Г., Жангабыл М.М.</i> Титан мен оның қорытпаларын плазмалық - электролиттік оксидтермен түрлендіру процесін зерттеу	64
<i>Сансызбай Л.Ж., Оразбаев Б.Б.</i> Үй-жайдың микроклиматты басқару пайдаланатын модельдерін талдауы	70
<i>Сатыбалдина Д.Ж., Исайнова А.Н., Ташатов Н.Н., Дулатов Н.А.</i> Бөгеуілге орнықты кодтаудың сызықтық және параллель каскадты схемаларын жобалау және модельдеу	78
<i>Оразбаев Б.Б., Шангитова Ж.Е., Оразбаева К.Н., Касенова Л.Г., Жанбирова Г.А., Истаева Н.</i> Күкірт өндірісінің теормореакторы мен Клаус реакторының математикалық модельдерін гибридік тәсіл негізінде құру	87
<i>Тютеебаева Г.М., Алдиярова А.Н.</i> Алматы ЖЭО-1 де газ турбиналы қондырғысы арқылы Алматы қаласының экологиясын жақсарту	95
<i>Юсупова М.А.</i> Ферғана алқабындағы "еуропалық қалашықтағы" колониалдық қалақұрылысының ерекшеліктері (XIX ғ. соғы - XX ғ. басы)	100
<i>Чарски Й., Қуанышбаев Ж.М., Арпабеков М.І., Сүлейменов Т.Б.</i> Чехиядағы турбоагрегаттың жұмысы туралы алғашқы ақпарат	107

**BULLETIN OF L.N. GUMILYOV EURASIAN NATIONAL UNIVERSITY.
TECHNICAL SCIENCE AND TECHNOLOGY SERIES**

№2(127)/2019

CONTENTS

<i>Bayhozhaeva B.U., Abenova A.A.</i> Quality assurance and food safety - an important State task	8
<i>Beisenbi M.A, Mussabayeva Sh.S., Satpayeva A.K., Kissikova N.M.</i> Control of unstable and determined chaotic modes of the object with m inputs and with n outputs	13
<i>Borgekova K.</i> Experience of using precast concrete joint piles in the construction of a Cargo offloading facility in West Kazakhstan	21
<i>Yermagambet B.T., Nurgaliyev N.U., Maslov N.A., Syzdykova A.A.</i> Electrophysical treatment of coal ash from the Karazhyra deposit	31
<i>Kassymbek N.M., Mustafin M.B., Imankulov T.S., Akhmed-Zaki D.Zh.</i> Optimization of the program for solving oil displacement problem	40
<i>Kaliakin V.N.</i> Anisotropic Elasticity for Soils: A Synthesis of Some Key Issues	49
<i>Ramazanova Zh.M., Zamaliddinova M.G., Zhangabyly M.M.</i> Investigation of the process of modifying titanium and its alloys by plasma-electrolytic oxidation	64
<i>Sansyzybay L.Zh., Orazbayev B.B.</i> Analysis of existing models for control microclimate in premises	70
<i>Satybaldina D., Issainova A., Tashatov N., Dulatov N.</i> Design and simulation of the serial concatenated and parallel concatenated schemes for forward error correction	78
<i>Orazbayev B.B., Shangitova Zh.E., Orazbayeva K.N., Kassenova L.G., Zhanbirova G.A., Istayeva N.</i> Development of mathematical models of thermoreactor and Claus reactor of sulfur production based on hybrid method	87
<i>Tyutebayeva G.M., Aldiyarova A.N.</i> Improving the ecology of Almaty when using gas turbine installation at Almaty TPP-1	95
<i>Yusupova M.A.</i> Characteristics of the colonial town planning in "european cities" of fergana valley (end of 19 th – beginning of 20 th centuries)	100
<i>Carsky J., Kuanyshbayev Zh. M., Arpabekov M.I., Suleimenov T.B.</i> The first knowledge of operation of the turbo-roundabout in the Czech Republic	107

СОДЕРЖАНИЕ

	8
<i>Байхожжаева Б.У., Абенова А.А.</i> Обеспечение качества и безопасности продуктов питания – важное государственное поручение	
<i>Бейсенби М.А., Мусабоева Ш.С., Сатпаева А.К., Кисикова Н.М.</i> Управление неустойчивыми и детерминированными хаотическими режимами объекта с m входами и с n выходами	13
<i>Боргекова К.Б.</i> Опыт применения составных железобетонных свай в строительстве сооружения разгрузки грузов в Западном Казахстане	21
<i>Ермагамбет Б.Т., Нургалиев Н.У., Маслов Н.А., Сыздыкова А.А.</i> Электрофизическая обработка золы угля месторождения «Каражыра»	31
<i>Касымбек Н.М., Мустафин М.Б., Иманкулов Т.С., Ахмед-Заки Д.Ж.</i> Оптимизация программы для решения задачи вытеснения нефти	40
<i>Калякин В.Н.</i> Анизотропная упругость грунтов обобщение некоторых ключевых вопросов	49
<i>Рамазанова Ж.М., Замалитдинова М.Г., Жангабыл М.М.</i> Исследование процесса модифицирования титана и его сплавов плазменно-электролитическим оксидированием	64
<i>Сансызбай Л.Ж., Оразбаев Б.Б.</i> Анализ существующих моделей управления микроклиматом помещения	70
<i>Сатыбалдина Д.Ж., Исайнова А.Н., Ташатов Н.Н., Дулатов Н.А.</i> Проектирование и моделирование последовательных и параллельных каскадных схем помехоустойчивого кодирования	78
<i>Оразбаев Б.Б., Шангитова Ж.Е., Оразбаева К.Н., Касенова Л.Г., Жанбирова Г.А., Истаева Н.</i> Разработка математических моделей терморектора и реактора Клауса производства серы на основе гибридного метода	87
<i>Тютеебаева Г.М., Алдиярова А.Н.</i> Улучшение экологии г.Алматы при использовании ГТУ	95
<i>Юсупова М.А.</i> Особенности колониального градостроительства в «европейских городах» Ферганской долины	100
<i>Чарски Й., Куанышбаев Ж.М., Арпабеков М.И., Сулейменов Т.Б.</i> Первые знания о работе турбонаддува в Чешской Республике	107

М.А. Бейсенбі, Ш.С. Мусабаева, А.К. Сатпаева, Н.М. Кисикова

*Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нур-Сұлтан, Қазақстан
(E-mail: Beisembi_ma@mail.ru, maksat_edok@mail.ru, AynaSatpay@mail.ru, knms@mail.ru)*

m кірістері және n шығыстары бар объектілердің орнықсыз және детерминделген бейберекетсіз режимдерін басқару

Аннотация: Мақалада, m кірістері және n шығыстары бар жүйелер үшін апаттық теориясынан гиперболикалық омбилика апатының сыныбындағы бейсызықты объектілердің детерминделген бейберекетсіз режимдерімен басқару жүйесін құру әдісі ұсынылған. Бұл жерде, робасты орнықтылықтың потенциалын жоғарлату, «біртүрлі аттрактордың» туындауын детерминделген бейберекетсіз режимінен жүйені қорғаудың кепілді негізгі факторы болып табылатындығы көрсетілген. Робасты орнықтылықтың потенциалы жоғарылатылған басқару жүйесін зерттеу, Ляпуновтың вектор функциясының градиентті-жылдамдықты әдісімен жүзеге асырылады.

Заманауи шарттарында ғылыми зерттеудің өзекті мәселесі болып, робасты орнықтылық потенциалы жоғарылатылған басқару жүйелерін талдау мен синтездеу әдістерін зерттеу мен өңдеуде табылады.

Апаттар теориясынан алынған құрылымдық орнықты бейнелеу сыныбындағы сызықтық динамикалық объектілер үшін басқару заңдылықтарын таңдауда, оған деген ұсынылып отырған тәсілдер мен басқару жүйесін құру концепциясы, робасты орнықтылық потенциалы шектеулі жоғарылатылған автоматтандырылған басқару жүйесін құруға мүмкіндік береді. Компьютерлік эксперименттер нәтижесі, құрылымдық орнықты бейнелеу сыныбында басқару заңдылықтарымен ұсынылған жүйелері, сапасы жағынан аса жоғары көрсеткіштерге ие екенін көрсетеді (тербелмелілік, реттеу уақыты, статикалық және динамикалық дәлдік және т.б.)

Түйін сөздер: басқару, детерминделген бейберекетсіздік, біртүрлі аттрактор, робастық орнықтылық, динамикалық жүйелер.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-7263-2019-127-2-13-20>

Қазіргі уақыттағы заманауи автоматты басқару теориясының маңызды бағыттарының бірі болып - белгісіздік шартында басқару жүйелерін талдау мен синтездеу табылады. Бұл келесідей әртүрлі факторлармен байланысты, яғни техникалық объектілердің және технологиялық үрдістердің математикалық модельдерін нақты білмеуі, модельдің сипаттамасын қысқартуы, күрделілік дәрежесін төмендету немесе қолданыстағы бейсызықтылықты елемей жіберіп алуда. m кірістері және n шығыстары бар жүйелер үшін апаттық теориясынан гиперболикалық омбилика апатының сыныбындағы бейсызықты объектілердің детерминделген бейберекетсіз режимдерімен басқару жүйесін құру әдісі ұсынылған. Бұл жерде, робасты орнықтылықтың потенциалын жоғарлату, «біртүрлі аттрактордың» туындауын детерминделген бейберекетсіз режимінен жүйені қорғаудың кепілді негізгі факторы болып табылатындығы көрсетілген [1,2]. Робасты орнықтылықтың потенциалы жоғарылатылған басқару жүйесін зерттеу, Ляпуновтың вектор функциясының градиентті-жылдамдықты әдісімен жүзеге асырылады.

Сонымен қатар, белгісіздік келесі жағдайларда да туындауы мүмкін, яғни эксплуатация барысында объектілердің элементтерінің істен шығуы кезінде және әсерлер кезінде объектіге сыртқы ұйытқылардың болуы кезінде. Сондықтан осындай автоматтандырылған жүйелерді құруға қажеттілікті тудыратын себепші, объектілердің параметрлерін өзгерткенде де және сыртқы ұйытқылардың әсері кезінде де орнықты жағдайында қалуы ғана емес, сонымен қатар, функциялау кезінде талап ететін сапаны қамтамасыз етуі болып табылады. Ляпунов әдісі - ХХ жүз жылдықта бейсызықты ғылымның аймағында, зерттеудің негізгі саймандардың бірі болып кетті.

Соңғы жылдардағы зерттеулер нәтижелері, сызықты немесе бейсызықты басқару жүйесінде робастықты табу үшін, кеңістік жағдайындағы А.М.Ляпунов теоремасының геометриялық

интерпритация негізінде функцияларды құру әдістерінде жетістікпен пайдаланыла алады [3,4,5]. Бейсызықты жүйелердегі детерминделген бейберекетсіздік, стационарлық жағдайдағы орнықтылықты жоғалту нәтижесінде пайда болатынын атап өту керекпіз, яғни, жүйелердің белгісіз параметрлерінің робастық орнықтылық шегінен шығып кетуімен анықталады [7,8].

Жүйенің робастық орнықтылығы ретінде, белгісіздік шартында орнықтылықты сақтау, басқару жүйенің қасиеті болып табылады [9,10,11]. Робасты орнықтылығын зерттеу мәселелеріне көптеген жұмыстар арналған. Бұл жұмыстарда [9,10,11], көбінесе зерттеледі. [12] жұмысында абсолюттік орнықтылық қарастырылады. Қазіргі кезде, басқару жүйесінің дискреттік және үздіксіз сызықты робасты орнықтылықтар үшін әмбебап ғылыми әдістер жоқ деп айтсақ та болады, сол себепті белгісіздік шартында бейсызықты басқару объектілерінде детерминделген бейберекетсіздіктің туындауын, құрылымды-орнықты бейненің сыныбындағы автоматты басқарудың жүйелерін құру үшін белгілі бір қызығушылық ұсынылады [13,14], ол математикалық модельдермен, бейсызықты жүйелердегі теңдіктерді күрделі шешуімен сүйемелденеді [15].

Тәжірибелік есептерде, белгісіздік параметрлер шартында басқару жүйесін құрумен байланысты, робастық орнықтылықтың потенциалын жоғарлату [8,16,17], кілтті факторлардың бірі болып табылады, ол «біртүрлі аттрактордың» туындауымен детерминделген бейберекетсіз режимінен басқару жүйесін кепілді қорғайды [13,14].

Бұл жұмыс, m кірістері және n шығыстары бар белгісіз параметрлі бейсызықты динамикалық объектілерімен басқару жүйесін құру мен зерттеуге арналған, оған апаттық гиперболикалық омбилика сыныбындағы басқару жүйесін құру көзқарасымен қарастырылған [13,14], ол басқару жүйесінің робасты орнықтылығының потенциалын жоғарлатуға мүмкіндік береді. Басқару жүйесін зерттеу, Ляпуновтың вектор-функциясының градиентті-жылдамдықты әдісімен жүзеге асырылады [8,18,19], жүйенің градиенттілігіне негізделген [8,13].

Бұл, Ляпуновтың антиградиентті вектор функциясын құруына әмбебап тәсілді ұсынуға мүмкіндік берді, ол жүйенің вектор жылдамдығының компоненттерімен беріледі, яғни басқару жүйесінің теңдеуінің оң жағымен [8,16,17,20].

Басқарудың бейсызықты стационарлы жүйесі келесі теңдеумен сипатталсын:

$$\dot{X} = f(X) + Bu, X \in R^n, u \in R^m \quad (1)$$

мұндағы $f(\bullet)$ - n ($f(\bullet) \in R^n$) өлшемнің вектор-функциясы болып табылады, $u(t)$ - m өлшемнің вектор - функциясы болады, олар гиперболикалық омбилика түрінде берілген.

$$u_i = -X_i^3 - X_{i+1}^3 - k_{i,i+1}^o X_i X_{i+1} + k_i X_i + k_{i+1} X_{i+1}, i = 1, \dots, n - 1 \quad (2)$$

Басқару матрицасы қарапайымдылық үшін диагоналды түрде берілген.

$$B = \begin{pmatrix} b_{11} & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & b_{22} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & b_{33} & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & b_{mm} \end{pmatrix}$$

m кірісі және n шығысы бар басқарудың бейсызықты стационарлы объект, айнымалыларға алмастыру көмегімен [13] каноникалық түрде келесідей жазылады:

$$\frac{dx_i}{dt} = \frac{\partial f_i(X)}{\partial X_1} \Big|_{X_S} x_1 + \frac{\partial f_i(X)}{\partial X_2} \Big|_{X_S} x_2 + \dots, -x_i^3 - x_{i+1}^3 - \frac{\partial^2 f_i(X)}{\partial X_i \partial X_{i+1}} \Big|_{X_S} x_i x_{i+1} + \frac{\partial f_i(X)}{\partial X_i} \Big|_{X_S} x_i + \frac{\partial f_i(X)}{\partial X_{i+1}} \Big|_{X_S} x_{i+1}, \dots, \frac{\partial f_i(X)}{\partial X_{n-1}} \Big|_{X_S} x_{n-1} + \frac{\partial f_i(X)}{\partial X_n} \Big|_{X_S} x_n + \dots \quad i = 1, \dots, n \quad (3)$$

где, $\frac{\partial f_i(X)}{\partial X_1} \Big|_{X_S} = a_{i1}, \frac{\partial f_i(X)}{\partial X_2} \Big|_{X_S} = a_{i2}, \frac{\partial f_i(X)}{\partial X_i} \Big|_{X_S} = a_{ii}, \frac{\partial f_i(X)}{\partial X_{i+1}} \Big|_{X_S} = a_{i,i+1}, \dots, \frac{\partial f_i(X)}{\partial X_{n-1}} \Big|_{X_S} = a_{i,n-1}, \frac{\partial f_i(X)}{\partial X_n} \Big|_{X_S} = a_{in}, \frac{\partial f_i(X)}{\partial X_i \partial X_{i+1}} \Big|_{X_S} = k_{i,k+1}^o$

(1) басқарудың бейсызықты стационарлы жүйесі басқару заңын (2) ескере отырып және (3) басқару объектісінің математикалық моделі ашық түрінде келесі теңдеу жүйесімен беріледі:

$$\left\{ \begin{array}{l} \dot{x}_1 = -b_{11}x_1^3 - b_{11}x_2^3 - b_{11}k_{12}x_1x_2 + (a_{11} + b_{11}k_1)x_1 + (a_{12} + b_{11}k_2)x_2 + a_{13}x_3 + \dots + a_{1n}x_n \\ \dot{x}_2 = -b_{22}x_1^3 - b_{22}x_2^3 - b_{22}k_{12}x_1x_2 + (a_{21} + b_{22}k_1)x_1 + (a_{22} + b_{22}k_2)x_2 + a_{23}x_3 + \dots + a_{2n}x_n \\ \dot{x}_3 = -b_{33}x_3^3 - b_{33}x_4^3 - b_{33}k_{34}x_3x_4 + a_{32}x_2 + (a_{33} + b_{33}k_3)x_3 + (a_{34} + b_{33}k_4)x_4 + a_{35}x_5 + \dots + a_{3n}x_n \\ \dot{x}_4 = -b_{44}x_3^3 - b_{44}x_4^3 - b_{44}k_{34}x_3x_4 + a_{41}x_1 + a_{42}x_2 + (a_{43} + b_{44}k_3)x_3 + (a_{44} + b_{44}k_4)x_4 + \\ + a_{45}x_5 + \dots + a_{4n}x_n \\ \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \\ \dot{x}_{n-1} = -b_{n-1,n-1}x_{n-1}^3 - b_{n-1,n-1}x_n^3 - b_{n-1,n-1}k_{n-1,n}x_{n-1}x_n + a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots, \\ + (a_{n-1,n-1} + b_{n-1,n-1}k_{n-1})x_{n-1} + \\ + (a_{n-1,n} + b_{n-1,n}k_n)x_n \\ \dot{x}_n = -b_{n,n}x_n^3 - b_{n,n}x_{n-1}^3 - b_{n,n}k_{n-1,n}x_{n-1}x_n + a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots, \\ + (a_{n,n-1} + b_{n,n}k_{n-1})x_{n-1} + (a_{n,n} + b_{n,n}k_n)x_n \end{array} \right. \quad (4)$$

мұнда $k_{i,i+1}^o + k_{i,i+1}^c = k_{i,i+1}$, $i = 1, \dots, n - 1$.

(4) жүйесінің орнатылған жағдайы келесі теңдеудің шешілуімен анықталады:

$$\left\{ \begin{array}{l} -b_{11}x_{1s}^3 - b_{11}x_{2s}^3 - b_{11}k_{12}x_{1s}x_{2s} + (a_{11} + b_{11}k_1)x_{1s} + (a_{12} + b_{11}k_2)x_{2s} + a_{13}x_{3s} + \dots + a_{1n}x_{ns} = 0 \\ -b_{22}x_{1s}^3 - b_{22}x_{2s}^3 - b_{22}k_{12}x_{1s}x_{2s} + (a_{21} + b_{22}k_1)x_{1s} + (a_{22} + b_{22}k_2)x_{2s} + a_{23}x_{3s} + \dots + a_{2n}x_{ns} = 0 \\ \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \\ a_{n1}x_{1s} + a_{n2}x_{2s} + \dots - b_{nn}x_{ns}^3 - b_{nn}x_{n-1,s}^3 - b_{nn}k_{n-1,n}x_{n-1,s}x_{ns} + (a_{n,n-1} + b_{nn}k_{n-1})x_{n-1,s} \\ + (a_{nn} + b_{nn}k_n)x_{ns} = 0 \end{array} \right. \quad (5)$$

(5) теңдеуінің жүйесінен стационарлы жағдайды табуға болады:

$$x_{1s} = 0, x_{2s} = 0, \dots, x_{ns} = 0, \quad (6)$$

Кейбір басқа стационарлы жағдайлар келесі теңдеудің шешімімен анықталады:

$$i \neq j, i = 1, \dots, n \text{ кезінде } -b_{ii}x_{is}^2 + a_{ii} + b_{ii}k_i = 0, x_{js} = 0 \quad (7)$$

$k_i + \frac{a_{ii}}{b_{ii}}$, $i = 1, \dots, n$, ($k_i + \frac{a_{ii}}{b_{ii}} < 0$, $i = 1, \dots, n$) кезінде (7) теңдеуі саналы шешімге ие, ол қандайда бір физикалық жағдайларға сәйкес келмейді. $k_i - \frac{a_{ii}}{b_{ii}}$ кезінде

($k_i - \frac{a_{ii}}{b_{ii}} > 0$) нөлден үлкен, (7) теңдеуі келесі орнатылған жағдайды келтіреді:

$$i \neq j, i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, n \text{ кезінде } x_{is} = \pm \sqrt{k_i + \frac{a_{ii}}{b_{ii}}}, x_{js} = 0 \quad (8)$$

(4) жүйесінің (6) және (8) стационарлы жағдайының орнықтылығын Ляпуновтың вектор функциясының градиентті-жылдамдықты әдісімен зерттейміз [8,16,17].

1. (6) стационарлы жағдайының орнықтылығын қарастырайық. (4)-тен $V(x) = (V_1(x), V_2(x), \dots, V_n(x))$ вектор-функциясынан антиградиентті вектордың компоненттерін табамыз:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial V_1(x)}{\partial x_1} = b_{11}x_1^3 + \frac{1}{2}b_{11}k_{12}x_1x_2 - b_{11}(k_1 + \frac{a_{11}}{b_{11}})x_1 \\ \frac{\partial V_1(x)}{\partial x_2} = b_{11}x_2^3 + \frac{1}{2}b_{11}k_{12}x_1x_2 - b_{11}(k_2 + \frac{a_{11}}{b_{11}})x_2 \\ \frac{\partial V_1(x)}{\partial x_3} = -a_{13}x_3, \frac{\partial V_1(x)}{\partial x_4} = -a_{14}x_4, \dots, \frac{\partial V_1(x)}{\partial x_n} = -a_{1n}x_n \\ \frac{\partial V_2(x)}{\partial x_1} = b_{22}x_1^3 + \frac{1}{2}b_{22}k_{12}x_1x_2 - b_{22}(k_1 + \frac{a_{21}}{b_{22}})x_1 \\ \frac{\partial V_2(x)}{\partial x_2} = b_{22}x_2^3 + \frac{1}{2}b_{22}k_{22}x_1x_2 - b_{22}(k_2 + \frac{a_{22}}{b_{22}})x_2 \\ \frac{\partial V_2(x)}{\partial x_3} = -a_{23}x_3, \frac{\partial V_2(x)}{\partial x_4} = -a_{24}x_4, \dots, \frac{\partial V_2(x)}{\partial x_n} = -a_{2n}x_n \\ \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \\ \frac{\partial V_n(x)}{\partial x_1} = -a_{n1}x_1, \frac{\partial V_n(x)}{\partial x_2} = -a_{n2}x_2, \\ \frac{\partial V_n(x)}{\partial x_3} = -a_{n3}x_3, \dots, \frac{\partial V_n(x)}{\partial x_{n-1}} = b_{nn}x_n^3 + \frac{1}{2}b_{nn}k_{n-1,n}x_{n-1}x_n - b_{nn}(k_{n-1} + \frac{a_{n,n-1}}{b_{nn}})x_{n-1} \\ \frac{\partial V_n(x)}{\partial x_n} = b_{nn}x_n^3 + \frac{1}{2}b_{nn}k_{n-1,n}x_{n-1}x_n - b_{nn}(k_n + \frac{a_{nn}}{b_{nn}})x_n \end{array} \right. \quad (9)$$

(9)-дан жүйенің координатына жылдамдықтың векторының проекциясының компоненттерін анықтаймыз және жылдамдық векторына вектор градиентінің (9) скалярлы туындысы ретінде Ляпуновтың вектор-функциясынан уақыт бойынша толық туындысын табамыз.

$$\begin{aligned} \left(\frac{dV(x)}{dt} \right) &= -b_{11}^2 \left[x_1^3 + \frac{1}{2}k_{12}x_1x_2 - \left(k_1 + \frac{a_{11}}{b_{11}} \right) x_1 \right]^2 - b_{11}^2 \left[x_2^3 + \frac{1}{2}k_{12}x_1x_2 - \left(k_2 + \frac{a_{11}}{b_{11}} \right) x_2 \right]^2 - \\ &- a_{13}^2 x_3^2 - \dots - a_{1n}^2 x_n^2 - b_{22}^2 \left[x_1^3 + \frac{1}{2}k_{12}x_1x_2 - \left(k_2 + \frac{a_{21}}{b_{22}} \right) x_1 \right]^2 - b_{22}^2 \left[x_1^3 + \frac{1}{2}k_{12}x_1x_2 - \left(k_2 + \frac{a_{22}}{b_{22}} \right) x_2 \right]^2 - \\ &- a_{23}^2 x_3^2 - \dots - a_{2n}^2 x_n^2 - \dots - a_{n1}^2 x_1^2 - a_{n2}^2 x_2^2 - \dots - b_{nn}^2 \left[x_{n-1}^3 + \frac{1}{2}k_{n-1,n}x_{n-1}x_n - \left(k_{n-1} - \frac{a_{n,n-1}}{b_{nn}} \right) x_{n-1} \right]^2 - \\ &- b_{nn}^2 \left[x_n^3 + \frac{1}{2}k_{n-1,n}x_{n-1}x_n - \left(k_n - \frac{a_{nn}}{b_{nn}} \right) x_n \right]^2 \end{aligned} \quad (10)$$

(10)-нан, уақыт бойынша толық туындысының Ляпуновтың вектор-функциясынан теріс таңбалы функция болатыны көрініп тұр, осыдан, жүйенің асимптотикалық орнықтылықтың жеткілікті шарты орныдалады.

(9) градиентінің компоненттері бойынша Ляпуновтың вектор-функциясының скалярлы түрін құрамыз.

$$\begin{aligned} V_1(x) &= \frac{1}{4}b_{11}x_1^4 + \frac{1}{4}b_{11}k_{12}x_1^2x_2 + \frac{1}{2}b_{11} \left(k_1 + \frac{a_{11}}{b_{11}} \right) x_1^2 + \frac{1}{4}b_{11}x_2^4 + \frac{1}{4}b_{11}k_{12}x_1^2x_2^2 - \\ &- \frac{1}{2}b_{11} \left(k_2 + \frac{a_{12}}{b_{11}} \right) x_2^2 - \frac{1}{2}a_{13}x_3^2 - \dots - \frac{1}{2}a_{1n}x_n^2 + \frac{1}{4}b_{22}x_1^4 + \frac{1}{4}b_{22}k_{12}x_1^2x_2^2 - \\ &- \frac{1}{2} \left(k_1 + \frac{a_{21}}{b_{11}} \right) x_1^2 + \frac{1}{4}b_{22}x_2^4 + \frac{1}{4}b_{22}k_{12}x_1x_2^2 - \frac{1}{2} \left(k_2 + \frac{a_{22}}{b_{22}} \right) x_2^2 - \frac{1}{2}a_{23}x_3^2 - \dots - \\ &- \frac{1}{2}a_{2n}x_n^2 - \dots - \frac{1}{2}a_{n1}x_1^2 - \frac{1}{2}a_{n2}x_2^2 - \dots - \frac{1}{2}a_{n,n-1}x_{n-2}^2 + \frac{1}{4}b_{nn}x_{n-1}^4 + \\ &+ \frac{1}{4}b_{nn}k_{n-1,n}x_{n-1}^2x_n - \frac{1}{2}b_{nn} \left(k_{n-1} + \frac{a_{n,n-1}}{b_{nn}} \right) x_{n-1}^2 + \frac{1}{4}b_{nn}x_n^4 + \frac{1}{4}b_{nn}k_{n-1,n}x_{n-1}^2x_n^2 - \\ &- \frac{1}{2}b_{nn} \left(k_2 + \frac{a_{nn}}{b_{nn}} \right) x_n^2 \end{aligned} \quad (11)$$

V(x) Ляпунов функциясының оң және теріс белгілі шарты (11)-де анық емес, сол себепті апат теориясындағы Морс леммасын пайдалана аламыз [13,14].

Морс леммасы бойынша (11) Ляпуновтың функциясын (6) стационарлы жағдайының көршілерін локальды (4) теңдеуінің жағдайын ескере отырып, квадраттық түрде ұсынуымызға болады (4):

$$\begin{aligned} V_{1j}(x) &\approx [(b_{11} + b_{22})k_1 + a_{11} + a_{21} + \dots + a_{n1}]x_1^2 - [(b_{11} + b_{22})k_2 + a_{12} + a_{22} + \dots + a_{n2}]x_2^2 - \\ &- \dots - [(b_{n-1,n-1} + b_{nn})k_n + a_{1n} + a_{2n} + \dots + a_{nn}]x_n^2 \end{aligned} \quad (12)$$

(12) белгілі квадраттық түрдегі оң шарты ((6) стационарлы жағдайдың орнықтылығы теңсіздік жүйесімен анықталады):

$$\begin{cases} (b_{11} + b_{22})k_1 + a_{11} + a_{21} + \dots + a_{n1} < 0 \\ (b_{11} + b_{22})k_2 + a_{12} + a_{22} + \dots + a_{n2} < 0 \\ \dots \dots \dots \dots \dots \\ (b_{n-1,n-1} + b_{nn})k_n + a_{1n} + a_{2n} + \dots + a_{nn} < 0 \end{cases} \quad (13)$$

Осылайша, (6) стационарлы жағдайының орнықтылық облысы (13) теңсіздік жүйесінің орныдалуымен анықталады.

2. (8) стационарлы жүйесінің орнықтылығын зерттейміз. (4) теңдеуінің жағдайын (8) стационарлы жағдайының ауытқуына қатысты ұсынамыз, [13,15] әйгілі формализмді қолданамыз, (9) теңдеуінің жағдайы (8) стационарлы жағдайының ауытқуына қатысты келесідей жазылады:

$$\begin{cases} \dot{x} = -b_{11}x_1^3 - b_{11}x_2^3 - b_{11}k_{12}x_1x_2 - 3b\sqrt{k_1 + \frac{a_{11}}{b_{11}}}x_1^2 - 3b_{11}\sqrt{k_2 + \frac{a_{12}}{b_{11}}}x_2^2 - \\ -2b_{11}\left(k_1 + \frac{a_{11}}{b_{11}}\right)x_1 - 2b_{11}\left(k_2 + \frac{a_{12}}{b_{11}}\right)x_2 + a_{13}x_3 + \dots + a_{1n}x_n \\ \dot{x} = -b_{22}x_1^3 - b_{22}x_2^3 - b_{22}k_{12}x_1x_2 - 3b_{22}\sqrt{k_1 + \frac{a_{21}}{b_{11}}}x_1^2 - 3b_{22}\sqrt{k_2 + \frac{a_{22}}{b_{22}}}x_2^2 - \\ -2b_{22}\left(k_1 + \frac{a_{21}}{b_{22}}\right)x_1 - 2b_{22}\left(k_2 + \frac{a_{22}}{b_{22}}\right)x_2 + a_{23}x_3 + \dots + a_{2n}x_n \\ \dots \dots \dots \dots \dots \\ \dot{x}_n = a_{n1}x_1 + \dots + a_{n2}x_2 + \dots + b_{nn}x_{n-1}^3 - b_{nn}x_n^3 - b_{nn}k_{n-1}x_{n-1}x_n - \\ -3b_{nn}\sqrt{k_{n-1} + \frac{a_{n,n-1}}{b_{n-1,n}}}x_{n-1}^2 - 3b_{nn}\sqrt{k_n + \frac{a_{nn}}{b_{nn}}}x_n^2 - 2b_{nn}\left(k_{n-1} + \frac{a_{n,n-1}}{b_{nn}}\right)x_{n-1} - 2b_{nn}\left(k_n + \frac{a_{nn}}{b_{nn}}\right)x_n \end{cases} \quad (14)$$

Жылдамдық векторының скалярлы туындысын градиент векторына, Ляпуновтың вектор-функциясының уақыт бойынша толық туындысын табамыз:

$$\begin{aligned} \frac{dV(x)}{dt} = & -b_{11}^2 \left[x_1^3 + \frac{1}{2}k_{12}x_1x_2 + 3\sqrt{k_1 + \frac{a_{11}}{b_{11}}}x_1^2 + 2\left(k_1 + \frac{a_{11}}{b_{11}}\right)x_1 \right]^2 - \\ & -b_{11}^2 \left[x_2^3 + \frac{1}{2}k_{12}x_1x_2 + 3\sqrt{k_2 + \frac{a_{12}}{b_{11}}}x_2^2 + 2\left(k_2 + \frac{a_{12}}{b_{11}}\right)x_2 \right]^2 - a_{13}^2x_3^2, \dots, -a_{1n}^2x_n^2 \\ & -b_{22}^2 \left[x_1^3 + \frac{1}{2}k_{12}x_1x_2 + 3\sqrt{k_1 + \frac{a_{21}}{b_{22}}}x_1^2 + 2\left(k_1 + \frac{a_{21}}{b_{22}}\right)x_1 \right]^2 - \\ & -b_{22}^2 \left[x_2^3 + \frac{1}{2}k_{12}x_1x_2 + 3\sqrt{k_2 + \frac{a_{22}}{b_{22}}}x_2^2 \right]^2 - a_{23}^2x_3^2, \dots, -a_{2n}^2x_n^2 - \\ & \dots \dots \dots \dots \dots \\ & -a_{n1}^2x_1^2 - a_{n2}^2x_2^2, \dots, - \\ & -b_{nn}^2 \left[x_{n-1}^3 + \frac{1}{2}k_{n-1,n}x_{n-1}x_n + 3\sqrt{k_{n-1} + \frac{a_{n,n-1}}{b_{nn}}}x_{n-1}^2 + 2\left(k_{n-1} + \frac{a_{n,n-1}}{b_{nn}}\right)x_{n-1} \right]^2 - \\ & -b_{nn}^2 \left[x_n^3 + \frac{1}{2}k_{n-1,n}x_{n-1}x_n + 3\sqrt{k_n + \frac{a_{nn}}{b_{nn}}}x_n^2 + 2\left(k_n + \frac{a_{nn}}{b_{nn}}\right)x_n \right]^2, \end{aligned} \quad (15)$$

(15)-тен Ляпунов вектор-функциясынан уақыт бойынша толық туындысы теріс белгі функциясы болатынын көреміз, сәйкесінше, (14) жүйесінің асимптотикалық орнықтылық шарты жеткілікті орындалады.

Ляпуновтың вектор-функциясының градиентті компоненттері бойынша Ляпуновтың вектор-функциясының скалярлы түрін аламыз:

$$\begin{aligned} V(x) = & \frac{1}{4}b_{11}x_1^4 + \frac{1}{4}b_{11}k_{12}x_1^2x_2 + b_{11}\sqrt{k_1 + \frac{a_{11}}{b_{11}}}x_1^3 + b_{11}\left(k_1 + \frac{a_{11}}{b_{11}}\right)x_1^2 + \\ & + \frac{1}{4}b_{22}x_2^4 + \frac{1}{4}b_{22}k_{12}x_1^2x_2 + b_{22}\sqrt{k_2 + \frac{a_{12}}{b_{22}}}x_2^3 + b_{22}\left(k_2 + \frac{a_{12}}{b_{22}}\right)x_2^2 - \frac{1}{2}a_{13}x_3^2 - \dots - a_{1n}x_n^2 + \dots, + \\ & -\frac{1}{2}a_{n1}x_1^2 - \frac{1}{2}a_{n2}x_2^2 - \dots + \frac{1}{4}b_{nn}x_{n-1}^4 + \frac{1}{4}b_{nn}k_{n-1}x_{n-1}^2x_n + b_{nn}\sqrt{k_{n-1} + \frac{a_{n,n-1}}{b_{nn}}}x_{n-1}^3 + \\ & + b_{nn}\left(k_{n-1} + \frac{a_{n,n-1}}{b_{nn}}\right)x_{n-1}^2 + \frac{1}{4}b_{nn}x_n^4 + \frac{1}{4}b_{nn}k_{n-1,n}x_{n-1}^2x_n + b_{nn}\sqrt{k_n + \frac{a_{nn}}{b_{nn}}}x_n^3 + b_{nn}\left(k_n + \frac{a_{nn}}{b_{nn}}\right)x_n^2 \end{aligned} \quad (16)$$

(16) өрнегінен Ляпунов функциясының анықтылықтың оң немесе теріс екені анық емес болғандықтан, [13,14] апат теориясындағы Морс леммасының теориясын іргелі қолдануымызға болады және (16) функциясын квадраттық түрде ұсынамыз:

$$\begin{aligned}
 V(x) = & [(b_{11} + b_{22})k_1 + a_{11} + a_{21} - \frac{1}{2}(a_{31} + a_{41} + \dots + a_n)] x_1^2 + \\
 & + [(b_{11} + b_{22})k_2 + a_{12} + a_{22} - \frac{1}{2}(a_{32} + a_{42} + \dots + a_{n2})] x_2^2 + \\
 & + [(b_{33} + b_{44})k_3 + a_{33} + a_{43} - \frac{1}{2}(a_{13} + a_{23} + \dots + a_{n3})] x_3^2 + \dots + \\
 & + [(b_{33} + b_{44})k_4 + a_{44} + a_{34} - \frac{1}{2}(a_{14} + a_{24} + \dots + a_{n4})] x_4^2 + \dots + \\
 & + [(b_{n-1,n-1} + b_{nn})k_{n-1} + a_{n-1,n-1} + a_{n,n-1} - \frac{1}{2}(a_{1,n-1} + a_{2,n-1} + a_{3,n-1} + \dots + a_{n,n-1})] x_{n-1}^2 + \\
 & + [(b_{n-1,n-1} + b_{nn})k_n + a_{n-1,n} + a_{nn} - \frac{1}{2}(a_{1n} + a_{2n} + a_{3n} + \dots + a_{n-2,n})] x_n^2,
 \end{aligned} \tag{17}$$

(8) стационарлы жағдайының орнықтылық шарты (17) квадраттық түріндегі оңды анықтылықпен анықталады, яғни теңсіздік жүйесімен:

$$\left\{ \begin{array}{l}
 (b_{11} + b_{22})k_1 + a_{11} + a_{21} > \frac{1}{2}(a_{31} + a_{41} + \dots + a_{n1}) \\
 (b_{11} + b_{22})k_2 + a_{12} + a_{22} > \frac{1}{2}(a_{32} + a_{42} + \dots + a_{n2}) \\
 (b_{33} + b_{44})k_3 + a_{33} + a_{43} > \frac{1}{2}(a_{13} + a_{23} + \dots + a_{n3}) \\
 (b_{33} + b_{44})k_4 + a_{34} + a_{44} > \frac{1}{2}(a_{14} + a_{24} + \dots + a_{n4}) \\
 \dots \dots \dots \dots \dots \dots \\
 (b_{n-1,n-1} + b_{nn})k_{n-1} + a_{n-1,n-1} + a_{n,n-1} > \frac{1}{2}(a_{1,n-1} + a_{2,n-1} + \dots + a_{n,n-1}) \\
 (b_{n-1,n-1} + b_{nn})k_n + a_{n-1,n} + a_{nn} > \frac{1}{2}(a_{1n} + a_{2n} + \dots + a_{n-2,n})
 \end{array} \right. \tag{18}$$

(8) стационарлы жағдайының орнықтылығы (17) квадраттық түрдің анықтылықтың оңды болуымен анықталады, яғни (18) теңсіздік жүйесімен.

Осылайша, үшпараметрлі құрылымды-орнықты бейненің сыныбында құрылған бейсызықты ММО жүйесі басқару объектінің белгісіз параметрлерінің өзгеруінде кең шеттерде орнықты бола алады. (6) орнықтылық стационарлы жағдайы (13) теңсіздігі орындалғанда ғана туындайды, ал (8) стационарлы жағдайы (6) стационарлы жағдайының орнықтылығын жоғалту кезінде болады және олар бір уақытта бірге болуы мүмкін емес.

(8) стационарлы жағдайының орнықтылығы (18) теңсіздігі орындалған жағдайда ғана пайда болады.

Қорытынды. Шынайы басқару объектілері, бейсызықты, көпөлшемді болады және басқару жүйесі олармен өңделуде және белгісіздік шартында функцияланады. Басқарудың бейсызықты динамикалық объектілерінің негізгі қасиеті, детерминделген бейберекетсіз режиміндегі «біртүрлі аттрактордың» туындауымен функциялану болып табылады. Басқару объектілерінің детерминделген бейберекетсіз режимі апатқа және дағдарысқа әкеліп соқтырады, және бейберекетсіздік белгісіз шарттарда жүйенің стационарлы жағдайындағы орнықтылықты жоғалту пішінінде туындайды.

Детерминделген бейберекетсіз үрдістерді басқару мәселесін, апаттардың гиперболикалық омбилика сыныбындағы потенциалы жоғарлатылған робасты орнықтылықтың басқару жүйесін құру жолымен шешу ұсынылады. Басқару жүйесін зерттеу, Ляпунов вектор-функциясының градиентті-жылдамдықты әдісімен өндіріледі.

Басқару жүйесінің орнықты стационарлы жағдайының аймағы, тұйықталған жүйенің белгісіз параметрлері үшін қарапайым теңсіздік жүйесі түрінде алынған. Потенциалы жоғарылатылған робасты орнықтылықтың басқару жүйесі, апаттардың гиперболикалық омбилика сыныбында құрылған кез келген белгісіз параметрлердің өзгеру кезіндегі робасты орнықтылықты қамтамасыз етеді. Осыдан, детерминделген бейберекетсіз режим, үрдістің даму сценариінен алынып тасталады.

Әдебиеттер тізімі

1 Лоскутов А.Ю., Михайлов А.С. Основы теории сложных систем. - Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2007. - 620 с.
 2 Брок У. Теория хаоса - М.: Наука, 2011. - 424 с.

- 3 Eds R.J. Field, L. Gyorgyi. Chaos in chemistry and biochemistry. - World Scientific, 1992.
- 4 Eds E. Mosekilde, L. Mosekilde. Complexity, chaos and biological evolution. //NATO ASI Series, Ser. B: Physics. New York. London: Plenum Press, 1991. - 270p.
- 5 Андриевский Б.Р., Фрадков А.Л. Избранные главы теории автоматического управления. Гл. 13, Управление нелинейными колебательными и хаотическими системами. - Спб.: Наука, 1999. - 129с.
- 6 Емельянова С.В., Емельянова С.К., Коровина С.К. Нелинейная динамика и управление. - М.: Физмат. лит., 2001. - Т.1,2.
- 7 Бейсенби М.А. Модели и методы системного анализа и управление детерминированным хаосом в экономике. - Астана, 2011. - 201 с.
- 8 Бейсенби М.А. Исследование робастной устойчивости систем автоматического управления методом функции А.М.Ляпунова. - Астана, 2015. - 204 с.
- 9 Поляк Т.Б., Щербаков П.С. Робастная устойчивость и управление. - М.: Наука, 2002. - 303 с.
- 10 Dorato P., Vedavalli K. Recent Advance in Robust Control. - New York: IEE Press 1990.
- 11 Кунцевич В.М. Управление в условиях неопределенности. Гарантированные результаты в задачах управления и идентификации, 2007. - 620 с.
- 12 Liao X., Yu P. Absolute stability of nonlinear control systems - New York: Springer Science. Business Media B.V., 2008. - 390p.
- 13 Гилмор Р. Прикладная теория катастроф: в 2-х томах. Т.1. - М.: Мир, 1984.
- 14 Постон Т., Стюарт И. Теория катастроф и ее приложения. - М.: Наука, 2001, №6.
- 15 Gregoize Nicolis, Ilya Prigogine. Exploring Complexity An introduction. - New York: W.H. Freeman and Company, 1989. - 211p.
- 16 Uskenbayeva G., Beisenbi M.A., Satybaldina D., Martsenyuk V., Shaikhanova A. Robust stability of spacecraft traffic control system using Lyapunov functions. //International Conference on Control, Automation and Systems, 2017. - 67p.
- 17 Beisenbi M., Mukatayev N. The construction of control systems with an increased potential of the robust stability in form of catastrophe 'Hyperbolic umbilic' based on method of Lyapunov function. //Proceedings of the World Congress on Intelligent. Control and Automation (WCICA). 2015. - 110p.
- 18 Малкин И.Г. Теория устойчивости движения. - М.: Наука, 1966. - 540с.
- 19 Воронов А.А., Матросов В.М. Метод векторных функций Ляпунова в теории устойчивости. - М.: Наука, 1987. - 312 с.
- 20 Shukirova A.K., Beisenbi M.A. Research of control system with increased potential of robust stability of spacecraft in the class of two-parametric structurally stable mappings. //International Journal of Applied Engineering Research. 2015. - Vol. 10, Number 21, India, pp. 42631-42637.

М.А. Бейсенби, Ш.С. Мусабаева, А.К. Сатпаева, Н.М. Кисикова

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан.

Управление неустойчивыми и детерминированными хаотическими режимами объекта с m входами и с n выходами

Аннотация: В статье предлагается метод построения систем управления детерминированными хаотическими режимами нелинейных объектов в классе катастроф "гиперболическая омблика" из теории катастроф для системы с m входом и с n выходом. Показано, что увеличение потенциала робастной устойчивости является основным фактором защиты, гарантирующим системы от режима детерминированного хаоса с порождением «странных аттракторов». Исследования системы управления с повышенным потенциалом робастной устойчивости производятся градиентно-скоростным методом вектор функций Ляпунова.

Ключевые слова: управление, детерминированный хаос, странный аттрактор, робастная устойчивость, динамические системы.

М.А. Beisenbi, Sh.S. Mussabayeva, A.K. Satpayeva, N.M. Kissikova

L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

Control of unstable and determined chaotic modes of the object with m inputs and with n outputs

Abstract: The paper proposes a method for constructing control systems for deterministic chaotic regimes of nonlinear objects in the class of catastrophes, a hyperbolic omblic from a catastrophe theory for a system with m input and n output. It is shown that the increase in the robust stability potential is the main protection factor guaranteeing the system from the regime of deterministic chaos with the generation of "strange attractors". Investigations of the control system with a high potential for robust stability are made by the gradient-velocity method of the Lyapunov function vector.

Keywords: control, deterministic chaos, strange attractor, robust stability, dynamical systems.

References

- 1 Loskutov A.YU., Mikhaylov A.S. Osnovy teorii slozhnykh sistem [Fundamentals of the theory of complex systems]. (Institut komp'yuternykh issledovaniy, Izhevsk: 2007, 620 p.).
- 2 Brok U. Teoriya khaosa. [Chaos Theory]. (Nauka, Moscow, 2011, 424 p.).

- 3 Eds R.J. Field, L. Gyorgyi. Chaos in chemistry and biochemistry. (World Scientific, 1992, 155p.).
- 4 Eds E. Mosekilde, L. Mosekilde. Complexity, chaos and biological evolution, NATO ASI Series, Ser. B: Physics. New York; London: Plenum Press, 270 (1991).
- 5 Andriyevskiy B.R., Fradkov A.L. Izbrannyye glavy teorii avtomaticheskogo upravleniya. Gl. 13, Upravleniye nelineynymi kolebatel'nymi i khaoticheskimi sistemami. [Selected chapters of the theory of automatic control. Ch. 13, Control of nonlinear oscillatory and chaotic systems]. (Nauka, Spb., 1999).
- 6 Yemel'yanova S.V., Yemel'yanova S.K., Korovina S.K. Nelineynaya dinamika i upravleniye. [Nonlinear dynamics and control]. (Fizmat. lit., Moscow, 2001, T.1,2.).
- 7 Beisenbi M.A. Modeli i metody sistemnogo analiza i upravleniye determinirovannym khaosom v ekonomike. [Models and methods of system analysis and control of deterministic chaos in the economy]. (Astana, 2011, 201 p.).
- 8 Beisenbi M.A. Issledovaniye robastnoy ustoychivosti sistem avtomaticheskogo upravleniya metodom funktsii A.M.Lyapunova. [Investigation of robust stability of automatic control systems by the method of A.M. Lyapunov]. (Astana, 2015, 204p.).
- 9 Polyak T.B., Shcherbakov P.S. Robastnaya ustoychivost' i upravleniye. [Robust stability and control]. (Nauka, Moscow, 2002, 303 p.).
- 10 Dorato P., Vedavalli K. Recent Advance in Robust Control. (IEE Press New York, 1990).
- 11 Kuntsevich V.M. Upravleniye v usloviyakh neopredelennosti. (Garantirovannyye rezul'taty v zadachakh upravleniya i identifikatsii)[Management in the face of uncertainty. Guaranteed results in management and identification tasks]. (2007, 620p.).
- 12 Liao X., Yu P. Absolute stability of nonlinear control systems. (New York: Springer Science. Business Media B.V., 2008, 390p.).
- 13 Gilmor R. Prikladnaya teoriya katastrof: v 2-kh tomakh. T.1. [Applied Theory of Disasters: in 2 volumes. T.1]. (Mir, Moscow, 1984).
- 14 Poston T., Styuart I. Teoriya katastrof i yeye prilozheniya. [Theory of catastrophes and its applications]. (Nauka, Moscow, 2001, №6.).
- 15 Gregoize Nicolis, Ilya Prigogine. Exploring Complexity An introduction. (New York, W.H. Freeman and Company, 1989, 211p.).
- 16 Uskenbayeva G., Beisenbi M.A., Satybaldina D., Martsenyuk V., Shaikhanova A. Robust stability of spacecraft traffic control system using Lyapunov functions. (International Conference on Control, Automation and Systems. 2017).
- 17 Beisenbi M., Mukatayev N. The construction of control systems with an increased potential of the robust stability in form of catastrophe 'Hyperbolic umbilic' based on method of Lyapunov function. (Proceedings of the World Congress on Intelligent. Control and Automation (WCICA). 2015).
- 18 Malkin I.G. Teoriya ustoichivosty dvizheniya. [The theory of motion stability]. (Nauka, Moscow, 1966, 540p.).
- 19 Voronov A.A., Matrosova V.M. Metod vektornykh funktsiy Lyapunova v teorii ustoychivosti. [Lyapunov vector function method in stability theory]. (Nauka, Moscow, 1987, 312 p.).
- 20 Shukirova A.K., Beisenbi M.A. Research of control system with increased potential of robust stability of spacecraft in the class of two-parametric structurally stable mappings, (International Journal of Applied Engineering Research India. 10(21), 42631-42637(2015)).

Сведения об авторах:

Бейсенбі М.А. - д.т.н., Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің «Жүйелік талдау және басқару» кафедрасының профессоры, Пушкин көш. 11, 2 ғимарат, Нұр-Сұлтан, Қазақстан.

Мусабаяева Ш.С. – докторант, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің «Жүйелік талдау және басқару» кафедрасының 3-курс докторанты, Пушкин көш. 11, 2 ғимарат, Нұр-Сұлтан, Қазақстан.

Сатпаева А.К. - докторант, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің «Жүйелік талдау және басқару» кафедрасының 3-курс докторанты, Пушкин көш. 11, 2 ғимарат, Нұр-Сұлтан, Қазақстан.

Кисикова Н.М. - ф.-м.ғ.к., Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің «Жүйелік талдау және басқару» кафедрасының доценті, Пушкин көш. 11, 2 ғимарат, Нұр-Сұлтан, Қазақстан.

Beisenbi M.A. - Doctor of Technical Sciences, Department "System Analysis and Management", L.N. Gumilyov Eurasian National University. Pushkina str. 11, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Mussabayeva Sh.S. - Doctoral Students, L.N. Gumilyov Eurasian National University., Department "System Analysis and Management", Pushkin str. 11, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Satpayeva A.K. - Doctoral Students, L.N. Gumilyov Eurasian National University. , Department "System Analysis and Management", Pushkin str. 11, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Kissikova N.M. - Ph.D., Associate Professor, L.N. Gumilyov Eurasian National University. , Department "System Analysis and Management", Pushkin str. 11, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Редакцияға 12.03.2019 қабылданды

«Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Хабаршысы. Техникалық ғылымдар және технологиялар сериясы» журналында мақала жариялау ережесі

1. Журнал мақсаты. Техника және технологияның барлық бағыттағы (есептеу техникасы, құрылыс, сәулет, геотехника, геосинтетика, көлік, машинақұрастыру, энергетика, сертификаттау және стандарттау) салаларының теориялық және эксперименталды зерттеулері бойынша мұқият тексеруден өткен ғылыми құндылығы бар мақалалар жариялау.

2. Журналда мақала жариялаушы автор мақаланың қол қойылған бір дана қағаз нұсқасын Ғылыми басылымдар бөліміне (редакцияға, мекенжайы: 010008, Қазақстан Республикасы, Астана қаласы, Қ. Сәтпаев көшесі, 2, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Бас ғимарат, 408 кабинет) және *vest_techsci@enu.kz* электрондық поштасына Word, Tex, PDF форматтарындағы нұсқаларын жіберу қажет. Мақала мәтінінің қағаз нұсқасы мен электронды нұсқалары бірдей болулары қажет. Сонымен қатар, мақаламен бірге редакцияға авторлар ілеспе хат тапсырады. Мақалалар қазақ, орыс, ағылшын тілдерінде қабылданады.

3. Автордың қолжазбаны редакцияға жіберуі мақаланың Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Хабаршысында басуға келісін, шетел тіліне аударылып қайта басылуына келісін білдіреді. Автор мақаланы редакцияға жіберу арқылы автор туралы мәліметтің дұрыстығына, мақала көшірілмегендігіне (плагиаттың жоқтығына) және басқа да заңсыз көшірмелердің жоқтығына кепілдеме береді.

4. Мақаланың көлемі 18 беттен аспауға тиіс (6 беттен бастап).

5. Мақаланың құрылымы

FTAMPK <http://grmti.ru/>

Автор(лар)дың аты-жөні

Мекеменің толық атауы, қаласы, мемлекеті (егер авторлар әртүрлі мекемеде жұмыс жасайтын болса, онда әр автор мен оның жұмыс мекемесі қасында бірдей белгі қойылу керек)

Автор(лар)дың E-mail-ы

Мақала атауы

Аннотация (100-200 сөз; формуласыз, мақаланың атауын мейлінше қайталамауы қажет; әдебиеттерге сілтемелер болмауы қажет; мақаланың құрылысын (кіріспе /мақаланың мақсаты/ міндеттері /қарастырылып отырған сұрақтың тарихы, зерттеу әдістері, нәтижелер/талқылау, қорытынды) сақтай отырып, мақаланың қысқаша мазмұны берілуі қажет).

Түйін сөздер (6-8 сөз не сөз тіркесі. Түйін сөздер мақала мазмұнын көрсетіп, мейлінше мақала атауы мен аннотациядағы сөздерді қайталамай, мақала мазмұнындағы сөздерді қолдану қажет. Сонымен қатар, ақпараттық-ізвестіру жүйелерінде мақаланы жеңіл табуға мүмкіндік беретін ғылым салаларының терминдерін қолдану қажет).

Негізгі мәтін мақаланың мақсаты/ міндеттері/ қарастырылып отырған сұрақтың тарихы, зерттеу әдістері, нәтижелер/талқылау, қорытынды бөлімдерін қамтуы қажет.

Таблица, суреттер – аталғаннан кейін орналастырылады. Әр таблица, сурет қасында оның аталуы болуы қажет. Сурет айқын, сканерден өтпеген болуы керек.

Мақаладағы **формулалар** тек мәтінде оларға сілтеме берілсе ғана номерленеді.

Жалпы қолданыста бар **аббревиатуралар** мен **қысқартулардан** басқалары міндетті түрде алғаш қолданғанда түсіндірілуі берілуі қажет. **Қаржылай көмек туралы** ақпарат бірінші бетте көрсетіледі.

Әдебиеттер тізімі

Мәтінде әдібиеттерге сілтемелер тікжақшаға алынады. Мәтіндегі әдібиеттер тізіміне сілтемелердің номерленуі мәтінде қолданылуына қатысты жүргізілді: мәтінде кездескен әдібиетке алғашқы сілтеме [1] арқылы, екінші сілтеме [2] арқылы т.с.с. жүргізіледі.

Кітапқа жасалатын сілтемелерде қолданылған беттері де көрсетілуі керек (мысалы, [1, 45 бет]). Жарияланбаған еңбектерге сілтемелер жасалмайды. Сонымен қатар, рецензиядан өтпейтін басылымдарға да сілтемелер жасалмайды (әдібиеттер тізімін, әдібиеттер тізімінің ағылшынша эзірлеу үлгілерін төмендегі мақаланы рәсімдеу үлгісінен қараңыз).

Мақала соңындағы әдібиеттер тізімінен кейін **библиографиялық мәліметтер** орыс және ағылшын тілінде (егер мақала қазақ тілінде жазылса), қазақ және ағылшын тілінде (егер мақала орыс тілінде жазылса), орыс және қазақ тілінде (егер мақала ағылшын тілінде жазылған болса) беріледі.

Авторлар туралы мәлімет: автордың аты-жөні, ғылыми атағы, қызметі, жұмыс орны, жұмыс орнының мекен-жайы, телефон, e-mail – қазақ, орыс және ағылшын тілдерінде толтырылады.

6. Қолжазба мұқият тексерілген болуы қажет. Техникалық талаптарға сай келмеген қолжазбалар қайта өңдеуге қайтарылады. Қолжазбаның қайтарылуы оның журналда басылуына жіберілуін білдірмейді.

7. Редакцияға түскен мақала жабық (анонимді) тексеруге жіберіледі. Барлық рецензиялар авторларға жіберіледі. Автор (рецензент мақаланы түзетуге ұсыныс берген жағдайда) үш күн аралығында қайта қарап, қолжазбаның түзетілген нұсқасын редакцияға қайта жіберуі керек.

Рецензент жарамсыз деп таныған мақала қайтара қарастырылмайды. Мақаланың түзетілген нұсқасы мен автордың рецензентке жауабы редакцияға жіберіледі.

8. Төлемақы. Басылымға рұқсат етілген мақала авторларына төлем жасау туралы ескертіледі. Төлем көлемі 4500 тенге – ЕҰУ қызметкерлері үшін және 5500 тенге басқа ұйым қызметкерлеріне.

Реквизиты:

1)РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК

АО "Банк ЦентрКредит"

БИК банка: КСJBKZKX

ИИК: KZ978562203105747338

Кбе 16

Кпн 859- за статью

)РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "Bank RBK"

Бик банка: KINCKZKA

ИИК: KZ498210439858161073

Кбе 16

Кпн 859 - за статью

)РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "ForteBank"

БИК Банка: IRTYKZKA

ИИК: KZ599650000040502847

Кбе 16

Кпн 859 - за статью

)РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "Народный Банк Казахстан"

БИК Банка: HSBKKZKX

ИИК: KZ946010111000382181

Кбе 16

Кпн 859.

"За публикацию в Вестнике ЕНУ ФИО автора"

Provision on articles submitted to the journal "Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University. Technical Science and Technology series"

1. Purpose of the journal. Publication of carefully selected original scientific works devoted to scientific issues in all areas of engineering and technology: construction, architecture, geotechnics, geosynthesis, transport, engineering, energy, certification and standardization, computer technology.

2. An author who wishes to publish an article in a journal must submit the article in hard copy (printed version) in one copy, signed by the author to the scientific publication office (at the address: 010008, Republic of Kazakhstan, Astana, Satpayev St., 2. L.N. Gumilyov Eurasian National University, Main Building, room 408) and by e-mail *vest_techsci@enu.kz* in Word, PDF and Tex format. At the same time, the correspondence between Tex-version, Word-version, PDF-version and the hard copy must be strictly maintained. And authors also need to provide the cover letter of the author(s).

Language of publications: Kazakh, Russian, English.

3. Submission of articles to the scientific publication office means the authors' consent to the right of the Publisher, L.N. Gumilyov Eurasian National University, to publish articles in the journal and the re-publication of it in any foreign language. Submitting the text of the work for publication in the journal, the author guarantees the correctness of all information about himself, the lack of plagiarism and other forms of improper borrowing in the article, the proper formulation of all borrowings of text, tables, diagrams, illustrations.

4. The volume of the article should not exceed 18 pages (from 6 pages).

5. Structure of the article

IRSTI <http://grnti.ru/>

Initials and Surname of the author (s)

Full name of the organization, city, country (if the authors work in different organizations, you need to put the same icon next to the name of the author and the corresponding organization)

Author's e-mail (s)

Article title

Abstract (100-200 words, it should not contain a formula, the article title should not repeat in the content, it should not contain bibliographic references, it should reflect the summary of the article, preserving the structure of the article - introduction/ problem statement/ goals/ history, research methods, results /discussion, conclusion).

Key words (6-8 words/word combination. Keywords should reflect the main content of the article, use terms from the article, as well as terms that define the subject area and include other important concepts that make it easier and more convenient to find the article using the information retrieval system).

The main text of the article should contain an introduction/ problem statement/ goals/ history, research methods, results / discussion, conclusion. Tables, figures should be placed after the mention. Each illustration should be followed by an inscription. Figures should be clear, clean, not scanned.

In the article, only those **formulas** are numbered, to which the text has references.

All **abbreviations**, with the exception of those known to be generally known, must be deciphered when first used in the text.

Information on **the financial** support of the article is indicated on the first page in the form of a footnote.

References

In the text references are indicated in square brackets. References should be numbered strictly in the order of the mention in the text. The first reference in the text to the literature should have the number [1], the second - [2], etc. The reference to the book in the main text of the article should be accompanied by an indication of the pages used (for example, [1, 45 p.]). References to unpublished works are not allowed.

Unreasonable references to unreviewed publications (examples of the description of the list of literature, descriptions of the list of literature in English, see below in the sample of article design).

At the end of the article, after the list of references, it is necessary to indicate bibliographic data in Russian and English (if the article is in Kazakh), in Kazakh and English (if the article is in Russian) and in Russian and Kazakh languages (if the article is English language).

Information about authors: surname, name, patronymic, scientific degree, position, place of work, full work address, telephone, e-mail - in Kazakh, Russian and English.

6. The article must be **carefully verified**. Articles that do not meet technical requirements will be returned for revision. Returning for revision does not mean that the article has been accepted for publication.

7. **Work with electronic proofreading.** Articles received by the Department of Scientific Publications (editorial office) are sent to anonymous review. All reviews of the article are sent to the author. The authors must send the proof of the article within three days.

Articles that receive a negative review for a second review are not accepted. Corrected versions of articles and the author's response to the reviewer are sent to the editorial office. Articles that have positive reviews are submitted to the editorial boards of the journal for discussion and approval for publication.

Periodicity of the journal: 4 times a year.

8. **Payment.** Authors who have received a positive conclusion for publication should make payment on the following requisites (for ENU employees - 4,500 tenge, for outside organizations - 5,500 tenge):

Реквизиты:

1) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК

АО "Банк Центр Кредит"

БИК банка: KCJBKZKX

ИИК: KZ978562203105747338

Кбе 16

Кпн 859- за статью

2) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "Bank RBK"

Бик банка: KINCKZKA

ИИК: KZ498210439858161073

Кбе 16

Кпн 859 - за статью

3)РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "ForteBank"

БИК Банка: IRTYKZKA

ИИК: KZ599650000040502847

Кбе 16

Кпн 859 - за статью

4)РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "Народный Банк Казахстан"

БИК Банка: HSBKKZKX

ИИК: KZ946010111000382181

Кбе 16

Кпн 859.

Для сотрудников ЕНУ - 4500 тенге, для сторонних организаций - 5500 тенге

"За публикацию в Вестнике ЕНУ ФИО автора"

Положение о рукописях, представляемых в журнал «Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н.Гумилева. Серия Технические науки и технологии»

1. Цель журнала. Публикация тщательно отобранных оригинальных научных работ в области техники и технологий: строительство, архитектура, геотехника, геосинтетика, транспорт, машиностроение, энергетика, сертификация и стандартизация, вычислительная техника.

2. Автору, желающему опубликовать статью в журнале необходимо представить рукопись в твердой копии (распечатанном варианте) в одном экземпляре, подписанном автором в Отдел научных изданий (по адресу: 010008, Казахстан, г.Астана, ул. Сатпаева, 2, Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева, Учебно-административный корпус, каб. 408) и по e-mail vest_techsci@enu.kz в формате Tex, PDF и Word. При этом должно быть строго выдержано соответствие между Tex-файлом, Word-файлом, PDF-файлом и твердой копией. Также автору(ам) необходимо предоставить сопроводительное письмо в редакцию журнала.

Язык публикации: казахский, русский, английский.

3. Отправление статей в редакцию означает согласие авторов на право Издателя, Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, издания статей в журнале и переиздания их на любом иностранном языке. Представляя текст работы для публикации в журнале, автор гарантирует правильность всех сведений о себе, отсутствие плагиата и других форм неправомерного заимствования в рукописи, надлежащее оформление всех заимствований текста, таблиц, схем, иллюстраций.

4. Объем статьи не должен превышать 18 страниц (от 6 страниц).

5. Схема построения статьи

ГРНТИ <http://grnti.ru/>

Инициалы и Фамилию автора(ов)

Полное наименование организации, город, страна (если авторы работают в разных организациях, необходимо поставить одинаковый значок около фамилии автора и соответствующей организации)

E-mail автора(ов)

Название статьи

Аннотация (100-200 слов; не должна содержать формулы, не должна повторять по содержанию название статьи; не должна содержать библиографические ссылки; должна отражать краткое содержание статьи, сохраняя структуру статьи – введение/ постановка задачи/ цели/ история, методы исследования, результаты/обсуждение, заключение/выводы).

Ключевые слова (6-8 слов/словосочетаний). Ключевые слова должны отражать основное содержание статьи, использовать термины из текста статьи, а также термины, определяющие предметную область и включающие другие важные понятия, позволяющие облегчить и расширить возможности нахождения статьи средствами информационно-поисковой системы).

Основной текст статьи должен содержать введение/ постановку задачи/ цели/ историю, методы исследования, результаты/обсуждение, заключение/выводы.

Таблицы, рисунки необходимо располагать после упоминания. Каждой иллюстрации должна следовать надпись. Рисунки должны быть четкими, чистыми, несканированными.

В статье нумеруются лишь те **формулы**, на которые по тексту есть ссылки.

Все **аббревиатуры** и сокращения, за исключением заведомо общеизвестных, должны быть расшифрованы при первом употреблении в тексте.

Сведения о **финансовой поддержке** работы указываются на первой странице в виде сноски.

Список литературы

В тексте ссылки обозначаются в квадратных скобках. Ссылки должны быть пронумерованы строго по порядку упоминания в тексте. Первая ссылка в тексте на литературу должна иметь номер [1], вторая - [2] и т.д. Ссылка на книгу в основном тексте статьи должна сопровождаться указанием использованных страниц (например, [1, 45 стр.]). Ссылки на неопубликованные работы не допускаются. Нежелательны ссылки на нецензурируемые издания (примеры описания списка литературы, описания списка литературы на английском языке см. ниже в образце оформления статьи).

В конце статьи, после списка литературы, необходимо указать **библиографические данные** на русском и английском языках (если статья оформлена на казахском языке), на казахском и английском языках (если статья оформлена на русском языке) и на русском и казахском языках (если статья оформлена на английском языке).

Сведения об авторах: фамилия, имя, отчество, научная степень, должность, место работы, полный служебный адрес, телефон, e-mail – на казахском, русском и английском языках.

6. Рукопись должна быть **тщательно выверена**. Рукописи, не соответствующие техническим требованиям, будут возвращены на доработку. Возвращение на доработку не означает, что рукопись принята к опубликованию.

7. Работа с электронной корректурой. Статьи, поступившие в Отдел научных изданий (редакция), отправляются на анонимное рецензирование. Все рецензии по статьям отправляются автору. Авторам в течение трех дней необходимо отправить корректуру статьи. Статьи, получившие отрицательную рецензию, к повторному рассмотрению не принимаются. Исправленные варианты статей и ответ автора рецензенту присылаются в редакцию. Статьи, имеющие положительные рецензии, представляются редколлегии журнала для обсуждения и утверждения для публикации.

Периодичность журнала: 4 раза в год.

8. Оплата. Авторам, получившим положительное заключение к опубликованию, необходимо произвести оплату по следующим реквизитам (для сотрудников ЕНУ – 4500 тенге, для сторонних организаций – 5500 тенге).

Реквизиты:

1) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК

АО "Банк ЦентрКредит"

БИК банка: KСJВKZKX

ИИК: KZ978562203105747338

Кбе 16

Кпн 859- за статью

2) РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "Bank RBK"

Бик банка: KINCKZKA

ИИК: KZ498210439858161073

Кбе 16

Кпн 859 - за статью

3)РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "ForteBank"

БИК Банка: IRYUKZKA

ИИК: KZ599650000040502847

Кбе 16

Кпн 859 - за статью

4)РГП ПХВ "Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева МОН РК АО "Народный Банк Казахстан"

БИК Банка: HSBKZKX

ИИК: KZ946010111000382181

Кбе 16

Кпн 859.

"За публикацию в Вестнике ЕНУ ФИО автора"

Мақаланы рәсімдеу үлгісі

МРНТИ 27.25.19

А.Ж. Жубанышева¹, Н. Темиргалиев², А.Б. Утесов³

¹ *Институт теоретической математики и научных вычислений Евразийского национального университета имени Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан*

² *Актюбинский региональный государственный университет имени К. Жубанова, Актюбе, Казахстан*

(Email: axaulezh@mail.ru, ntmath10@mail.ru, adilzhan_71@mail.ru)

Численное дифференцирование функций в контексте Компьютерного (вычислительного) перечника

Аннотация: В рамках компьютерного (вычислительного) перечника полностью решена задача приближенного дифференцирования функций, принадлежащих классам Соболева по неточной информации, полученной от произвольного конечного множества тригонометрических коэффициентов Фурье-Лебега дифференцируемой функции... [100-200 слов].

Ключевые слова приближенное дифференцирование, восстановление по неточной информации, предельная погрешность, компьютерный (вычислительный) перечник. [6-8 слов/словосочетаний].

Введение

Текст введения...

Авторам не следует использовать нестандартные пакеты LaTeX (используйте их лишь в случае крайней необходимости)

Заголовок секции

1.1 Заголовок подсекции

Окружения.

Теорема 1. ...

Лемма 1. ...

Предложение 1. ...

Определение 1. ...

Следствие 1. ...

Замечание 1. ...

Теорема 2 (Темиргалиев Н. [2]). *Текст теоремы.*

Д о к а з а т е л ь с т в о. Текст доказательства.

2. Формулы, таблицы, рисунки

$$\delta_N(\varepsilon_N; D_N)_Y \equiv \delta_N(\varepsilon_N; T; F; D_N)_Y \equiv \inf_{(l^{(N)}, \varphi_N) \in D_N} \delta_N \left(\varepsilon_N; \left(l^{(N)}, \varphi_N \right) \right)_Y, \quad (1)$$

где $\delta_N(\varepsilon_N; (l^{(N)}, \varphi_N))_Y \equiv \delta_N(\varepsilon_N; T; F; (l^{(N)}, \varphi_N))_Y \equiv$

$$\equiv \sup_{\substack{f \in F \\ |\gamma_N^{(\tau)}| \leq 1 (\tau=1, \dots, N)}} \left\| Tf(\cdot) - \varphi_N \left(l_N^{(1)}(f) + \gamma_N^{(1)} \varepsilon_N^{(1)}, \dots, l_N^{(N)}(f) + \gamma_N^{(N)} \varepsilon_N^{(N)}; \cdot \right) \right\|_Y.$$

Таблицы, рисунки необходимо располагать после упоминания. С каждой иллюстрацией должна следовать надпись.

3. Ссылки и библиография

ТАБЛЕ 3 – Название таблицы

Простые	Не простые
2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29	4, 6, 8, 9, 10, 12, 14



Рисунок 22 – Название рисунка

Для ссылок на утверждения, формулы и т. п. можно использовать метки. Например, теорема 2, Формула (1)

Для руководства по \LaTeX и в качестве примера оформления ссылок, см., например, *Львовский С.М.* Набор и верстка в пакете \LaTeX . Москва: Космосинформ, 1994.

Список литературы оформляется следующим образом.

Список литературы

- 1 Локуциевский О.М., Гавриков М.Б. Начала численного анализа. –М.: ТОО "Янус", 1995. –581 с. - **книга**
- 2 Темирғалиев Н. Компьютерный (вычислительный) поперечник как синтез известного и нового в численном анализе // Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева –2014. –Т.4. №101. –С. 16-33. **doi: ... (при наличии) - статья**
- 3 Жубанышева А.Ж., Абикенова Ш. О нормах производных функций с нулевыми значениями заданного набора линейных функционалов и их применения к поперечниковым задачам // Функциональные пространства и теория приближения функций: Тезисы докладов Международной конференции, посвященной 110-летию со дня рождения академика С.М.Никольского, Москва, Россия, 2015. – Москва, 2015. –С.141-142. - **труды конференций**
- 4 Курмуков А.А. Ангиопротекторная и гипополипидемическая активность леукомизина. –Алматы: Бастау, 2007. –С. 3-5 - **газетные статьи**
- 5 Кыров В.А., Михайличенко Г.Г. Аналитический метод вложения симплектической геометрии // Сибирские электронные математические известия –2017. –Т.14. –С.657-672. doi: 10.17377/semi.2017.14.057. – URL: <http://semr.math.nsc.ru/v14/p657-672.pdf>. (дата обращения: 08.01.2017). - **электронный журнал**

А.Ж. Жұбанышева¹, Н. Темірғалиев¹, А.Б. Утесов²

¹ *Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің теориялық математика және ғылыми есептеулер институты, Астана, Қазақстан*

² *Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік мемлекеттік университеті, Ақтөбе, Қазақстан*

Компьютерлік (есептеуіш) диаметр мәнмәтінінде функцияларды сандық дифференциалдау

Аннотация: Компьютерлік (есептеуіш) диаметр мәнмәтінінде Соболев класында жататын функцияларды олардың тригонометриялық Фурье-Лебег коэффициенттерінің ақырлы жиынынан алынған дәл емес ақпарат бойынша жуықтау есебі толығымен шешілді [100-200 сөздер].

Түйін сөздер: жуықтап дифференциалдау, дәл емес ақпарат бойынша жуықтау, шектік қателік, Компьютерлік (есептеуіш) диаметр [6-8 сөз/сөз тіркестері].

A.Zh.Zhubanysheva¹, N. Temirgaliyev¹, A.B. Utesov²

¹ *Institute of theoretical mathematics and scientific computations of L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan*

² *K.Zhubanov Aktobe Regional State University, Aktobe, Kazakhstan*

Numerical differentiation of functions in the context of Computational (numerical) diameter

Abstract: The computational (numerical) diameter is used to completely solve the problem of approximate differentiation of a function given inexact information in the form of an arbitrary finite set of trigonometric Fourier coefficients. [100-200 words]

Keywords: approximate differentiation, recovery from inexact information, limiting error, computational (numerical) diameter, massive limiting error. [6-8 words/word combinations]

References

- 1 Lokucievskij O.M., Gavrikov M.B. Nachala chislenogo analiza [Elements of numerical analysis] (Yanus, Moscow, 1995). [in Russian]
- 2 Temirgaliyev N. Komp'yuternyj (vychislitel'nyj) poperechnik kak sintez izvestnogo i novogo v chislenom analize [Computational (numerical) diameter as a synthesis of the known and the new in numerical analysis], Vestnik Evrazijskogo nacional'nogo universiteta imeni L.N. Gumileva [Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University], 4 (101), 16-33 (2014). [in Russian]
- 3 Zhubanysheva A.Zh., AbikenovaSh.K. O normah proizvodnyh funkcij s nulevymi znachenijami zadannogo nabora linejnyh funkcionalov i ih primenenija k poperechnikovym zadacham [About the norms of the derivatives of functions with zero values of a given set of linear functionals and their application to the width problems]. Tezisy dokladov Mezhdunarodnoj konferencii, posvjashhennaja 110-letiju so dnja rozhdenija akademika S.M.Nikol'skogo "Funkcional'nye prostranstva i teorija priblizhenija funkcij" [International conference on Function Spaces and Approximation Theory dedicated to the 110th anniversary of S. M. Nikol'skii]. Moscow, 2015, pp. 141-142. [in Russian]
- 4 Kurmukov A. A. Angioprotekturnaja i gipolipidemicheskaja aktivnost' leukomizina [Angioprotective and lipid-lowering activity of leukomycin] (Bastau, Almaty, 2007, P. 3-5). [in Russian]
- 5 Кyров V.A., Mihajlichenko G.G. Analiticheskij metod vlozhenija simplekticheskoj geometrii [The analytic method of embedding symplectic geometry], Cibirskie jelektronnye matematicheskie izvestija [Siberian Electronic Mathematical Reports], 14, 657-672 (2017). doi: 10.17377/semi.2017.14.057. Available at: <http://semr.math.nsc.ru/v14/p657-672.pdf>. [in Russian]. (accessed 08.01.2017).

Сведения об авторах:

Жубанышева А.Ж. - старший научный сотрудник Института теоретической математики и научных вычислений, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, ул. Сатпаева, 2, Астана, Казахстан.

Темиргалиев Н. - директор Института теоретической математики и научных вычислений, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, ул. Сатпаева, 2, Астана, Казахстан.

Утесов А.Б. - кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математики, Актюбинский региональный государственный университет имени К. Жубанова, пр. А.Молдагуловой, 34, Актобе, Казахстан.

Zhubanysheva A.Zh. - Senior researcher of the Institute of theoretical mathematics and scientific computations, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str., Astana, Kazakhstan.

Temirgaliyev N. - Head of the Institute of theoretical mathematics and scientific computations, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str., Astana, Kazakhstan.

Utesov A.B. - candidate of physical and mathematical sciences, Associate Professor of the Department of Mathematics, K.Zhubanov Aktobe Regional State University, A.Moldagulova Prospect, 34, Aktobe, Kazakhstan.

Поступила в редакцию 15.05.2017

Редакторы: Г.Т. Мерзадинова

Шығарушы редактор, дизайн: А. Нұрболат

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің
Хабаршысы. Техникалық ғылымдар және технологиялар сериясы.
-2019. -1(126).- Нұр-Сұлтан: ЕҰУ.
Шартты б.т. - 12,125. Таралымы - 35 дана.

Мазмұнына типография жауап бермейді.

Редакция мекен-жайы: 010008, Нұр-Сұлтан.,
Сәтпаев көшесі, 2
Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті
Тел.: +7(7172) 70-95-00(ішкі 31-428)

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің баспасында басылды