

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**

№3(128)/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 Мерзадинова Г.Т.  
т.ғ.д, проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан*

*Бас редактордың орынбасары Жусупбеков А.Ж.  
т.ғ.д, проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан*

*Бас редактордың орынбасары Тогизбаева Б.Б.  
т.ғ.д., проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан*

*Бас редактордың орынбасары Сарсембаев Б.К.  
т.ғ.к., доцент, Назарбаев университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан*

*Редакция алқасы*

<b>Акира Хасегава</b>	проф., Хачинохе технологиялық институты, Хачинохе, Жапония
<b>Акитоши Мочизуки</b>	проф., Токусима Университеті, Токусима, Жапония
<b>Базарбаев Д.О.</b>	PhD, Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Қазақстан
<b>Байдабеков А.К.</b>	т.ғ.д., проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
<b>Дер Вэн Чанг</b>	проф., Тамкан Университеті, Тайбэй, Тайвань
<b>Жардемов Б.Б.</b>	т.ғ.д., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
<b>Жумагулов М.Г.</b>	PhD, Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
<b>Йошинори Ивасаки</b>	проф., Геологиялық зерттеулер институты, Осака, Жапония
<b>Калякин В.Н.</b>	проф., Делавэр Университеті, Ньюарк, АҚШ
<b>Тадатсугу Танака</b>	проф., Токио Университеті, Токия, Жапония
<b>Хое Линг</b>	проф. Колумбия Университеті, Нью-Йорк, АҚШ
<b>Чекаева Р.У.</b>	а.к., проф., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
<b>Шахмов Ж.А.</b>	PhD, доцент., Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
<b>Юн Чул Шин</b>	проф., Инчеон ұлттық университеті, Инчеон, Оңтүстік Корея

0

*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](mailto: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 күәлігімен 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>

© Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті

*Editor-in-Chief* **Gulnara Merzadinova**

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

*Deputy Editor-in-Chief* **Askar Zhussupbekov**

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

*Deputy Editor-in-Chief* **Baglan Togizbayeva**

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

*Deputy Editor-in-Chief* **Bayandy Sarsembayev**

*Assoc. Prof., Nazarbayev University, Nur-Sultan, Kazakhstan*

***Editorial Board***

<b>Akira Hasegawa</b>	Prof., Hachinohe Institute of Thechnology, Hachinohe, Japan
<b>Akitoshi Mochizuki</b>	Prof., University of Tokushima, Tokushima, Japan
<b>Daniyar Bazarbayev</b>	Assoc. Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan
<b>Auez Baydabekov</b>	Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan
<b>Rahima Chekaeva</b>	Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan
<b>Der Wen Chang</b>	Prof., Tamkang University, Taipei, Taiwan (ROC)
<b>Eun Chul Shin</b>	Prof., Incheon National University, Incheon, South Korea
<b>Hoe Ling</b>	Prof., Columbia University, New York, USA
<b>Viktor Kaliakin</b>	Prof., University of Delaware, Newark, Delaware, USA
<b>Zhanbolat Shakhmov</b>	Assoc.Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan
<b>Tadatsugu Tanaka</b>	Prof., University of Tokyo, Tokyo, Japan
<b>Yoshinori Iwasaki</b>	Prof., Geo Research Institute, Osaka, Japan
<b>Bolat Zardemov</b>	Doctor of Engineering, L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, Kazakhstan
<b>Mihail Zhumagulov</b>	Assoc. Prof., L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, 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>

© L.N.Gumilyov Eurasian National University

*Главный редактор Мерзединова Г.Т.*  
*д.т.н., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан*

*Зам. главного редактора Жусупбеков А.Ж.*  
*д.т.н., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан*

*Зам. главного редактора Тогизбаева Б.Б.*  
*д.т.н., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан*

*Зам. главного редактора Сарсембаев Б.К.*  
*к.т.н., доцент, Назарбаев университет, Нур-Султан, Казахстан*

*Редакционная коллегия*

<b>Акира Хасегава</b>	проф., Технологический институт Хачинохе, Хачинохе, Япония
<b>Акитоши Мочизуки</b>	проф., Университет Токусима, Токусима, Япония
<b>Базарбаев Д.О.</b>	PhD, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Казахстан
<b>Байдабеков А.К.</b>	д.т.н., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
<b>Дер Вэн Чанг</b>	проф., Тамканский Университет, Тайбэй, Тайвань
<b>Жардемов Б.Б.</b>	д.т.н., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
<b>Жумагулов М.Г.</b>	PhD, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
<b>Йошинори Ивасаки</b>	проф., Институт геологических исследований, Осака, Япония
<b>Калякин В.Н.</b>	проф., Делаверский Университет, Ньюарк, США
<b>Тадатсугу Танака</b>	проф., Токийский Университет, Токио, Япония
<b>Хое Линг</b>	проф., Колумбийский университет, Нью-Йорк, США
<b>Чекаева Р.У.</b>	к.а., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
<b>Шахмов Ж.А.</b>	PhD, доцент, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
<b>Юн Чул Шин</b>	проф., Инчхонский национальный университет, Инчхон, 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](mailto: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>

МАЗМҰНЫ

<i>Байхожаева Б.Ұ., Абенова А.А.</i> Тағамдық өнімдердің сапасы мен қауіпсіздігін қамтамасыз ету маңызды мемлекеттік тапсырма	8
<i>Жакупова А.Е., Калманова Д.М., Жұбаниязова К.Қ., Абсалым К.А.</i> Симметриялы емес диметилгидразиннің (СЕДМГ) зымыран-тасығыштар сатыларының құлау аудандарындағы қоршаған ортаға әсері	15
<i>Жусин Б.Т., Гуляренко А.А., Тайманова Г.К., Түймебай А.С.</i> Топырақ өңдеу машиналарының жұмыс органдарының әдірлікті қауіпсіздігін зерттеу әдістемесі	22
<i>Замалитдинова М.Г., Ткачева И.П., Ергалиев Д.С., Сейтқожина А.</i> Ғарыш суреттерін пайдалану негізінде NDVI өсімдік индексі қолдануымен Арал теңізі аймағында өсімдіктердің өзгеруін зерттеу	32
<i>Келаманов Б.С., Жумағалиев Е.У., Сариев О.Р., Абдирашит А.М., Бурумбаев А.Г.</i> Fe-W-Si-C жүйесінің термодинамикалық-диаграммалық талдауы	39
<i>Нурпеисова М.Б., Левин Е., Кыргызбаева Г.М., Доненбаева Н.С.</i> Ашық және жерасты тау-кен қазбаларының өзара әсерінен туындайтын геомеханикалық процестерді математикалық модельдеу	45
<i>Ниязбекова Р.К., Ибжанова А.А., Веретельников Н.В., Джанахметов У.К.</i> Сабаннан жасалған қағаздың тосқауыл қасиеттерін және микро және нанобөлшектерінің өткізгіштігін зерттеу, жаңа өнімді стандарттау үшін ұсыныстар	51
<i>Оразбаев Б.Б., Сейтова Н.Н., Оразбаева К.Н., Серимбетов Б.А., Мазатова В.Е.</i> Күкірт өндіру блогы негізгі агрегаттарының математикалық модельдер кешенін жүйелік талдау негізінде құру	57
<i>Рамазанова Ж.М., Мустафа Л., Ергалиев Д., Жакупова А., Бейсембаева Б.</i> Электродит ерітінділерінде микроплазмалық емдеу процесін зерттеу	67
<i>Семенов Ш.Ж., Боранбаев С.Н., Касенова М.Н., Сейлов А.А., Шингисов Д.С.</i> Ақпараттық-коммуникациялық трафикті интеллектуалды талдау	76
<i>Сузев Н.А., Утепов Е.Б., Роот Е.Н., Шахматов Ж.А., Линг Х.И., Жусупбеков А.Ж.</i> Өздігінен тығыздалатын бетонның құрылыс алаңдарына әсері	88
<i>Туленов А., Шойбеков Б.Ж., Усипбаев У.А., Кокаев У.Ш., Абдираимов Е.Е.</i> Автомобиль көлігі жылжымалы құрамын техникалық пайдалану нормативтерін бағалау	98
<i>Утепов Е.Б., Казеев А.Б., Калякин В.Н., Жусупбеков А.Ж.</i> Құрылысты жоспарлау үшін кеңейтілген шындықтың мәні	104
<i>Цой А.П., Алимжешова А.Х.</i> Фермадағы сүтті салқындатуға арналған жердің тиімді сәулеленуін пайдаланатын құрылысы	111

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

№3(128)/2019

**CONTENTS**

<i>Baikhozhayeva B.U., Abenova A.A.</i> Quality assurance and food safety - an important State task	8
<i>Zhakupova A.Y., Kalmanova D.M., Zhubaniyazova K.K., Absalyam K.A.</i> Influence of asymmetric dimethylhydrazine on the environmental condition in the falling areas of stages of rocket	15
<i>Zhusin B.T., Guliarenko A.A., Taimanova G.K., Tuimebay A.S.</i> To determination of wear-resistance of working bodies of soil machining machines	22
<i>Zamalitdinova M.G., Tkacheva I.P., Ergaliev D.S., Seitkogina A.</i> Study of vegetation changes in the Aral Sea zone based on satellite images using the vegetative index NDVI	32
<i>Kelamanov B.S., Zhumagaliyev Ye.U., Sariyev O.R., Abdirashit A.M., Burumbayev A.G.</i> Thermodynamic diagram analysis of the system Fe-W-Si-C	39
<i>Nurpeisova M.B., Levin E., Kirgizbayeva G.M., Donenbaeva N.S.</i> Mathematical modeling of geomechanical processes with the mutual influence of open and underground mining	45
<i>Niyazbekova R.K., Ibzhanova A.A., Veretelnikov N.V., Dzhanakhmetov U.K.</i> Studies of the barrier properties and transmittance of micro-and nanoparticles of paper from straw and recommendations for standardization of new products	51
<i>Orazbayev B.B., Seitova N.N., Orazbayeva K.N., Serimbetov B.A., Makhatova V.E.</i> Development of mathematical models of the main units of the sulfur production unit based on system analysis	57
<i>Ramazanova Zh.M., Mustafa L., Ergaleev D., Zhakupova A., Beisembayeva B.</i> Investigation of the process of microplasma treatment in electrolyte solutions	67
<i>Seilov Sh.Zh., Boranbayev S.N., Kassenova M.N., Seilov A.A., Shingissov D.S.</i> Intellectual analysis of information and communication traffic	76
<i>Suzev N.A., Utepov Ye.B., Root Ye.N., Shakhmov Zh.A., Ling H.I., Zhussupbekov A.Zh.</i> Impact of self-compacting concrete for construction sites	88
<i>Tulenov A., Shoybekov B.Zh., Usipbaev U.A., Kokayev U.Sh., Abdiraimov E.E.</i> The technical operation's standards evaluation of the road transport's rolling stock	98
<i>Utepov Ye.B., Kazkeev A.B., Kaliakin V.N., Zhussupbekov A.Zh.</i> Value of augmented reality for construction planning	106
<i>Coj A.P., Alimkeshova A.H.</i> Setting for cooling milk on a farm, using efficient earth radiation	111

СОДЕРЖАНИЕ

	8
<i>Байхожжаева Б.У., Абенова А.А.</i> Обеспечение качества и безопасности продуктов питания – важное государственное поручение	
<i>Жакупова А.Е., Калманова Д.М., Жубаниязова К.К., Абсалям К.А.</i> Воздействие несимметричного диметилгидразина (НДМГ) на состояние окружающей среды в районах падения ступеней ракет-носителей	15
<i>Жусин Б.Т., Гуляренко А.А., Тайманова Г.К., Туймебай А.С.</i> К определению износостойкости рабочих органов почвообрабатывающих машин	22
<i>Замалитдинова М.Г., Ткачева И.П., Ергалиев Д.С., Сейткожина А.</i> Исследование изменения растительности в зоне Аральского моря на основе космических снимков с использованием вегетационного индекса NDVI	32
<i>Келаманов Б.С., Жумагалиев Е.У., Сариев О.Р., Абдирашит А.М., Бурумбаев А.Г.</i> Термодинамически-диаграммный анализ системы Fe-W-Si-C	39
<i>Нурпеисова М.Б., Левин Е., Кыргызбаева Г.М., Доненбаева Н.С.</i> Математическое моделирование геомеханических процессов при взаимном влиянии открытых и подземных горных выработок	45
<i>Ниязбекова Р.К., Ибжанова А.А., Веретельников Н.В., Джанахметов У.К.</i> Исследования барьерных свойств и пропускаемости микро- и наночастиц бумаги из соломы и рекомендации для стандартизации новой продукции	51
<i>Оразбаев Б.Б., Сейтова Н.Н., Оразбаева К.Н., Серимбетов Б.А., Махатова В.Е.</i> Разработка математических моделей основных агрегатов блока производства серы на основе системного анализа	57
<i>Рамазанова Ж.М., Мустафа Л., Ергалиев Д., Жакупова А., Бейсембаева Б.</i> Исследование процесса микроплазменной обработки в растворах электролитов	67
<i>Сеилов Ш.Ж., Боранбаев С.Н., Касенова М.Н., Сейлов А.А., Шингисов Д.С.</i> Интеллектуальный анализ информационно-коммуникационного трафика	76
<i>Сузев Н.А., Утепов Е.Б., Роот Е.Н., Шахмов Ж.А., Линг Х.И., Жусупбеков А.Ж.</i> Эффект самоуплотняющегося бетона для строительных площадок	88
<i>Туленов А., Шойбеков Б.Ж., Усипбаев У.А., Кокаев У.Ш., Абдираимов Е.Е.</i> Оценка нормативов технической эксплуатации подвижного состава автомобильного транспорта	98
<i>Утепов Е.Б., Казкеев А.Б., Калякин В.Н., Жусупбеков А.Ж.</i> Значение дополненной реальности для планирования строительства	104
<i>Цой А.П., Алимжешова А.Х.</i> Установка для охлаждения молока на ферме, использующая эффективное излучение Земли	111

Б.Б. Оразбаев<sup>1</sup>, Н.Н. Сейтова<sup>2</sup>, К.Н. Оразбаева<sup>3</sup>, Б.А. Серимбетов<sup>4</sup>,  
В.Е. Махатова<sup>5</sup>

<sup>1,2</sup> Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

<sup>3,4</sup> Қазақ экономика, қаржы және халықаралық сауда университеті, Нұр-Сұлтан,  
Қазақстан

<sup>5</sup> Х.Досмұхамедов атындағы Атырау мемлекеттік университеті, Атырау, Қазақстан  
(E-mail: batyr\_o@mail.ru, snurg@mail.ru, kulman\_o@mail.ru, sba\_rnmc@mail.ru,  
makhatova\_v@mail.ru)

### Күкірт өндіру блогы негізгі агрегаттарының математикалық модельдер кешенін жүйелік талдау негізінде құру

**Аңдатпа:** Өзара байланысқан агрегаттар кешенінен тұратын технологиялық жүйенің модельдер пакетін жүйелік талдау тәсілдері көмегімен қолжетімді түрлі ақпараттар негізінде құру методикасы жасақталып, күкірт өндіру блогы мысалында жүзеге асырылған.

Жинақталған және өңделген эксперименталдық-статистикалық деректер мен эксперттік ақпараттар негізінде, сондай-ақ регрессорларды тізбектей қосу тәсілі идеясын қолдана отырып реакторлар шығысындағы күкірт көлемін анықтайтын модельдер құрылымы көпрегрессиялық теңдеулер жүйесі түрінде идентификацияланған, ал Клаус реакторы шығысындағы күкірт сапасын бағалайтын модельдер айқын емес регрессиялық теңдеулер түрінде тұрғызылған. Регрессиялық коэффициенттерді параметрлік идентификациялау ең кіші квадраттар тәсілі негізінде REGRESS программалар пакетін қолдану арқылы идентификацияланған, ал айқын емес коэффициенттерді анықтау аталған тәсілді  $\alpha$  деңгейлі жиындар негізінде айқын емес жиындар теориясы тәсілдерін пайдалана отырып түрлендіру арқылы орындалған. Сонымен Атырау МӨЗ күкірт өндіру блогы термо және Клаус реакторларының математикалық модельдері құрылған.

**Түйін сөздер:** күкірт өндіру блогы, математикалық модель, жүйелік талдау, айқын емес ақпарат, айқын емес модель, құрылымдық, параметрлік идентификациялау.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-7263-2019-128-3-57-66>

**1. Кіріспе.** Мұнай өңдеу өндірісінде, мысалы Атырау мұнай өңдеу зауытында, қолданыстағы күкірт өндіру блогы, бір уақытта көптеген түрлі параметрлер әсер ететін өз-ара байланысқан агрегаттардан тұратын, күрделі нысан, яғни жүйе болып табылды [1]. Күкірт өндіру блогының негізгі агрегаттарына: реакторлар, атап айтқанда Клаус реакторы (R-001), термо (CBA) реакторлары (R-002, R-003); конденсаторлар (E-001, E-002, E-004); пеш (F-002); сепараторлар (D-001, D-004) және сорғыштар (B-001, B-002) жатады [2]. Мұндай күрделі технологиялық нысандардың математикалық модельдерін құру тәсілдерін талдау нәтижесінде, зерттеу жұмыстарында өзара байланысқан технологиялық агрегаттардан тұратын кешендердің математикалық модельдерін бастапқы ақпараттың жетіспеушілігі жағдайында құру, олардың жұмысын жүйелік модельдеу сұрақтары әлі де жеткіліксіз зерттелгені анықталған [3, 86].

Өндірістік технологиялық нысандар, жүйелердің математикалық модельдерін жасақтағанда, оларды құруға қажетті бастапқы ақпараттың жетіспеушілігіне байланысты мәселелер туындайды.

Бастапқы ақпараттың кездейсоқтығына байланысты туындайтын анықсыздық жағдайларында ықтималдық модельдеу немесе имитациялық модельдеу тәсілдерін қолдану ұсынылады [3, 9-126].

Алайда, егер анықсыздық, өндірісте жиі кездесетін, бастапқы ақпараттың айқын еместігіне байланысты туындаса, онда бұл тәсілдерді қолдануға болмайды. Бұл жағдайларды статистикалық ақпараттар жетіспейді, немесе жоқ, ақпарат айқын емес болғандықтан, сандық, статистикалық ақпаратты жинау мүмкін емес және ықтималдар теориясының аксималары (нысанның статистикалық тұрақтылығы, бірдей жағдайларды эксперименттердің



қайталануы т.б.) орындалмайды, сондақтан ықтималдық тәсілдерді қолдануға негіз жоқ. Статистикалық ақпараттап жинау мақсатымен белсендік эксперименттер жүргізу мүмкін емес, не экономикалық көз қарастан тиімсіз [13, 14]. Яғни бұл жағдайларда, негізгі қол жетімді ақпарат, адам – шешім қабылдаушы тұлға, маман-эксперттердің білімі, тәжірибесі, түйсігі болып келетін сөз, сөйлем, ой-пікір, пайымдау түрінде айтылған айқын емес ақпарат болады. Мұндай жағдайларда модель құруға қажетті ақпараттың жетіспейтін бөлігін айқын емес ақпарат есебінен толықтыруға болатыны сөзсіз. Яғни эксперттік бағалауды [15 – 17] ұйымдастыру және жүргізу және оның нәтижелерін айқын емес жиындар теориясы тәсілдерімен өңдеу қажет [1, 4, 18, 19]. Аталған айқын емес ақпарат көздері сенімді, яғни ШҚТ, маман-эксперттер білікті болғанда және эксперттік бағалау мен оның нәтижелері дұрыс өңделген болса, онда мұндай ақпараттар негізінде күрделі, сандық сипатталмайтын өндірістік нысандар мен процесстердің түрлі параметрлері арасындағы барлық күрделі байланыстарды есекеретін, өндірістік жағдайға барынша сәйкес келетін модельдерді құруға болады. Алынған айқын емес модельдер, әдетте, дәстүрлі тәсілдермен құрылған модельдерге қарағанда (ондай модельдер құрылуы мүмкін болса) шынайы өндірістік нысандар мен есептерді жоғары адекваттықпен сипаттайды. Сондықтан, өндірістегі технологиялық жүйелердің математикалық модельдерін қол жетімді түрлі ақпараттар, соның ішінде айқын емес ақпараттар, негізінде жүйелік талдау методологиясын қолдану арқылы құру ғылым мен өндіріс үшін аса *өзекті* болып табылады.

**Бұл жұмыстың мақсаты** күкірт өндіру блогы негізгі агрегаттары мысалында сандық күрделі сипатталатын технологиялық агрегаттардың математикалық модельдер кешенін жүйелік талдау негізінде құру методикасын жасақтау және күкірт өндіру блогы негізгі реакторлары модельдерін құру болып табылады.

**2. Есептің, міндеттердің қойылымы.** Бастапқы ақпараттың жетіспеушілігі мен анықсыздық жағдайда жұмыс жасайтын, сандық ақпаратпен сипатталуы күрделі болатын өндірістік технологиялық нысандардың математикалық модельдері жүйесін құру методикасын тұжырымдап, қол жетімді бастапқы ақпараттың бір бөлігі айқынсыздықпен сипатталатын Клаус реакторы мен терморекторлары мысалында, оларды оптималды басқару мақсатымен R-001, R-002 және R-003 реакторлары математикалық модельдерін статистикалық деректер мен айқын емес ақпаратты қолдана отырып құру қажет [19]. Статистикалық тәсілдер, эксперттік бағалау және айқын емес жиындар теориясы тәсілдері көмегімен Клаус және термо реакторлары математикалық модельдерін құру есебін тұжырымдайық. Бастапқы қол жетімді ақпаратты жинақтау және өңдеу нәтижесінде аталған реакторлар шығысындағы күкірт шығысын (көлемін) бағалауға қажетті статистикалық деректерді эксперименттер арқылы алуға болатыны, яғни реакторлар шығысындағы күкірт шығысын анықтайтын статистикалық модельдерді регрессиялық теңдеулер түрінде құруға болатыны анықталған. Өндірілген күкірттің сапасын бағалайтын сандық ақпарат жеткіліксіз және оны жинақтау мүмкін емес болғандықтан, күкірт сапасын бағалайтын модельдерді қосымша айқын емес ақпараттарды негізінде құру керек.

Сонымен өзара байланысқан ішкі (параметрлік) және сыртқы (құрылымдық) циклдік процесс арқылы күкірт өндірісінің зерттеліп отырған реакторларының математикалық модельдерін келесі жиынтық регрессия және айқын емес регрессия теңдеулері түрінде идентификациялау есебі қойылады:

$$y_j = a_{0j} + \sum_{i=1}^n a_{ij}x_{ij} + \sum_{i=1}^n \sum_{k=i}^n a_{ijk}x_{ij}x_{kj} + \dots, \quad j = 1, 2;$$

$$\tilde{y}_j = \tilde{a}_{0j} + \sum_{i=n+1}^m \tilde{a}_{ij}x_{ij} + \sum_{i=n+1}^m \sum_{k=i}^m \tilde{a}_{ijk}x_{ij}x_{kj} + \dots, \quad j = 3, 4.$$

Тұрғызылған модельдер терморектор мен Клаус реакторы шығысындағы күкірттің көлемі ( $y_j$ ,  $j = 1, 2$ ) мен күкірттің сапасын сипаттайтын айқын емес көрсеткіштерді, атап айтқанда, Клаус реакторынан алынған өнімдегі күкірттің массалық үлесі мен судың массалық үлесін ( $\tilde{y}_j$ ,  $j = 3, 4$ ) адекватты сипаттауға тиіс.

**3. Шешу тәсілдері, нәтижелер – жүйелік талдау негізінде түрлі ақпараттар негізінде технологиялық нысандар математикалық модельдерін құру методикасы және Клаус пен терморекторлардың модельдері.** Күкірт өндіру блогы агрегаттары өз-ара байланыста және олардың біреуінің режимдік параметрлерінің өзгеруі басқаларының параметрлерін өзгеруіне, алып келеді, күкірт өндіру процесіне әсер етеді. Сол себептен күкірт өндіру процесін оптимизациялау және басқару үшін, технологиялық параметрлердің әр агрегатқа, тұтас кешеннің аралық және соңғы өнімдеріне әсер етуін ескеретін, жүйелік талдау негізінде негізінде құрылған технологиялық кешеннің негізгі агрегаттарының модельдер жүйесі қажет болады. Мұндай модельдер жүйесін (пакетін) құру мақсатында бұл жұмыста жүйелік талдау тәсілдері [17, 20], ықтималдық, эксперименталдық-статистикалық тәсілдер [3, 8 – 12] және эксперттік бағалау мен айқын емес жиындар тәсілдері [15 – 19] қолданылады.

Күрделі өндірістік технологиялық нысандардың математикалық модельдері кешенін жүйелік талдау негізінде құру методикасын тұжырымдайық. Технологиялық жүйедегі әр нысанның моделі түрлі тәсілдемелер мен тәсілдер көмегімен құрылуы, яғни күкірт өндіру кешенінің әр агрегатына модельдер жиыны алынуы мүмкін, мысалы детерминді, статистикалық, айқын емес немесе құрылымдалған.

Мұндай түрлі модельдерді технологиялық кешенді тұтастай, яғни жүйелі модельдеу мақсатымен бір кешенге (модельдер пакетіне) үшін, құрылуы мүмкін әр модельдің артықшылықтар мен кемшіліктерін жүйелік талдау қажет. Ол үшін модель құруға қажетті шығындарды, модель дәлдігін, адекваттығын, мақсатқа байланысты қолдану мүмкіндігін т.б. сипаттамаларын бағалайтын критерийлерді анықтау және құрылатын модельдерді бір пакетке біріктіру принципін анықтау керек.

Осы мақсатпен күкірт өндіру блогының негізгі агрегаттарының құрылуы мүмкін түрлі модельдері типтері жүйелік талданған. Күкірт өндіру кешені мен процесі ерекшеліктерін зерттеу [1, 21], эксперименттер мен эксперттік бағалау деректерін және аталған немесе ұқсас кешендер агрегаттарын модельдеу тәсілдемелерін [1, 6] талдау нәтижесінде күкірт өндіру блогы негізгі агрегаттарының тұрғызылуы мүмкін модельдері типтері бағаланған. Бұл талдау (модельдерді бағалау) нәтижелері кесте 1 түрінде рәсімделген. Бағалау жүргізілетін модельдердің түрлі типтерін салыстыру негізгі критерийлері ретінде: модель құруға қажетті ақпараттың қол жетімдігі; модельді құру құны (күрделігі); модель дәлдігі (адекваттығы); модельді қажеттігіне (біздің жағдайда анықсыздық жағдайында көпкритерийлік оптимизациялау, басқару есептерін шешуде) қолданылуы; нысанды тұтастай жүйелі модельдеу мақсатында құрылған модельді бір жүйеге (пакетке) біріктіру мүмкіндігі.

1 -Кесте күкірт өндіру блогы негізгі агрегаттарының құрылуы мүмкін модельдерін жүйелік талдау нәтижелерін өңдеу негізінде алынған бағалауларды бейнелейді. Кестеде келтірілген ақпараттар негізінде, таңдалған критерийлер бойынша күкірт өндірісі негізгі агрегаттары модельдерінің тиімді түрлерін таңдауға болады.

Атырау МӨЗ-дағы күкірт өндіру блогы реакторларының регрессиялық модельдерін құру үшін дұрыс статистикалық ақпаратты жинау арнаулы өндірістік аспаптардың (құралдардың) жетіспеушілігіне немесе жоқтығына және бар аспаптардың сенімділіктерінің төмендігіне баайланысты күрделі болып табылады. Сол себептен ақпараттың жетіспейтін бөлігін қосымша сапалық ақпаратпен (маман-эксперттер білімі, тәжірибесі, ой-пікірі) толықтыратын тиімді құрал ретінде эксперттік бағалау тәсілдерін, ал модельдер құру тәсілі ретінде – айқын емес жиындарға негізделген модельдер мен құрамдалған тәсілдерді таңдау ұсынылады.

Құрылатын айқын емес немесе құрама модельдердің дәлдігі, әдетте, қарастырылған басқа модельдермен салыстырғанда төмендеуі, бірақ айқынсыздық жағдайларда күкірт өндіру процесстерін модельдеу, оптимизациялау мен басқаруға әбден жеткілікті.

Практикада ақпарат жетіспеушілігінде модельдеу құру үшін кел-келген сипаттағы қол жетімді пайдалануға тура келеді. Мұндай түрлі ақпарат негізінде тұрғызылған модельді *құрама модель* деп атаймыз. Алайда құрама модельді құру түрлі сипаттағы эксперименттер мен зерттеулерді ұйымдастыру және жүргізуді, сондай-ақ жиналған деректерді алдын-ала өңдеу қажет ететіндіктен тиімсіз болуы мүмкін.

Кесте 1 – Күкірт өндіру блогы негізгі агрегаттарының құрылуы мүмкін модельдер түрлерін жүйелік талдау нәтижелері

№ р/б	Күкірт өндіру блогы негізгі агрегаттары	Критерийлер	Модель түрлері			
			Детер- минді	Статис- тикалық	Айқын емес	Құрам- далған
1	2	3	4	5	6	7
1.1	Реакторлар (R-001, R-002, R-003)	Қажетті ақпараттың қол жетімдігі	2.5	4.5	4.5	5.0
1.2		Модельді құру құны	1.0	4.0	3.5	3.0
1.3		Модель дәлдігі	4.5	3.0	2.5	4.0
1.4		Қажеттілігіне қолдану мүмкіндігі	3.5	4.0	3.5	5.0
1.5		Бір пакетке біріктіру мүмкіндігі	4.0	3.5	3.5	3.5
1.6		Модель адекваттығы	3.0	3.5	3.5	4.0
		<b>Бағалар қосындысы</b>	<b>18.5</b>	<b>22.5</b>	<b>21.5</b>	<b>24.5</b>
2.1	Кнденсатор- лар (E-001, E-002, E-004)	Қажетті ақпараттың қол жетімдігі	3.5	4.5	4.0	4.0
2.2		Модельді құру құны	1.5	4.0	3.5	3.0
2.3		Модель дәлдігі	4.5	3.5	3.5	3.5
2.4		Қажеттілігіне қолдану мүмкіндігі	4.0	4.0	4.0	4.5
2.5		Бір пакетке біріктіру мүмкіндігі	4.5	4.0	4.0	4.0
2.6		Модель адекваттығы	3.5	3.5	3.5	3.5
		<b>Бағалар қосындысы</b>	<b>21.5</b>	<b>23.5</b>	<b>22.5</b>	<b>22.5</b>
3.1	Пеш (F-002)	Қажетті ақпараттың қол жетімдігі	4.0	5.0	4.5	4.0
3.2		Модельді құру құны	3.0	5.0	4.0	4.0
3.3		Модель дәлдігі	4.5	4.5	3.5	4.0
3.4		Қажеттілігіне қолдану мүмкіндігі	4.0	4.0	4.0	4.0
3.5		Бір пакетке біріктіру мүмкіндігі	4.0	4.5	4.0	5.0
3.6		Модель адекваттығы	4.0	4.5	4.5	5.0
		<b>Бағалар қосындысы</b>	<b>23.5</b>	<b>27.5</b>	<b>24.5</b>	<b>25.0</b>
4.1	Сеператор- лар (D-001, D-004)	Қажетті ақпараттың қол жетімдігі	4.5	5.0	4.0	4.5
4.2		Модельді құру құны	3.0	5.0	4.0	2.5
4.3		Модель дәлдігі	4.5	4.5	2.0	4.0
4.4		Қажеттілігіне қолдану мүмкіндігі	4.0	4.5	4.5	4.5
4.5		Бір пакетке біріктіру мүмкіндігі	3.5	4.0	3.5	4.0
4.6		Модель адекваттығы	4.0	4.0	3.5	4.0
		<b>Бағалар қосындысы</b>	<b>23.5</b>	<b>27.0</b>	<b>21.5</b>	<b>23.5</b>
5.1	Сорғыштар (B-001, B-002)	Қажетті ақпараттың қол жетімдігі	4.5	4.0	4.0	4.5
5.2		Модельді құру құны	5.0	4.5	4.0	4.0
5.3		Модель дәлдігі	5.0	4.0	4.0	4.5
5.4		Қажеттілігіне қолдану мүмкіндігі	4.5	4.5	4.0	4.5
5.5		Бір пакетке біріктіру мүмкіндігі	4.5	4.0	4.0	4.0
5.6		Модель адекваттығы	4.5	4.0	4.0	4.5
		<b>Бағалар қосындысы</b>	<b>28.0</b>	<b>25.0</b>	<b>24.0</b>	<b>26.0</b>

Ескертпе: Бағалау (рангтеу) баллдар шкаласы бойынша (1 – 5), мұнда 1-ең төменгі баға; 5-ең жоғары баға. Бағалар айқын емес, айқын емес сандар болуы мүмкін.

Күкірт өндіру блогы реакторларының математикалық модельдері. Жоғарыда жүйелік талдау нәтижесінде анықталғандай Клаус және терморекторлардың модельдері жинақталып, өңделген статистикалық деректер, айқын емес жиындар теориясы тәсілдерімен өңделген

эксперттік бағалау нәтижелері және материалдық, жылу баланстары теңдеулері, яғни түрлі ақпараттар негізінде құрылады.

Реакторлардың математикалық модельдерін құрылымдық модельдерін көп және айқын емес регрессиялық модельдер түрінде идентификациялау үшін регрессорларды тізбектей қосу тәсілдемесі [22] идеясын қолданамыз, ал параметрлік идентификациялау үшін ең кіші квадраттар тәсілінің модификацияланған түрі пайдаланылады [23].

Сонымен аталған регрессорларды тізбектей қосу тәсілдемесі көмегімен реакторлардың математикалық модельдерінің құрылымы келесі көп және айқын емес регрессиялық теңдеулер түрінде алынған:

$$y_{TR} = a_0 + \sum_{i=1}^4 a_i x_i + \sum_{i=1}^4 \sum_{k=1}^4 a_{ik} x_i x_k \quad (1)$$

$$y_{RC} = a_0 + \sum_{i=5}^7 a_i x_i + \sum_{i=5}^7 \sum_{k=i}^7 a_{ik} x_i x_k \quad (2)$$

$$\tilde{y}_S = \tilde{a}_0 + \sum_{i=5}^7 \tilde{a}_i x_i + \sum_{i=5}^7 \sum_{k=i}^7 \tilde{a}_{ik} x_i x_k \quad (3)$$

$$\tilde{y}_W = \tilde{a}_0 + \sum_{i=5}^7 \tilde{a}_i x_i + \sum_{i=5}^7 \sum_{k=i}^7 \tilde{a}_{ik} x_i x_k \quad (4)$$

мұнда  $y_{TR}$  – терморектор шығысындағы күкірт көлемі;  $y_{RC}$  – Клаус реакторы шығысындағы күкірт көлемі; өндірілген күкірттің сапалық көрсеткіштері:  $\tilde{y}_S$  – күкірттің массалық үлесінің айқын емес бағасы (сорттығына байланысты 99.20%-дан 99.98%-ға дейін);  $\tilde{y}_W$  – өнімдегі судың массалық үлесінің айқын емес бағасы (сорттығына байланысты 1.0%-дан 0.2%-ға дейін); күкірт өндіру процесіне әсер ететін реакторлардың кіріс, режимдік параметрлері ( $x_i, i = \overline{1, 4}; x_i, i = \overline{5, 7}$ ):  $x_1$  – терморектор кірісіндегі шикізат (26–28 т/с);  $x_2$  – терморектор температурасы (1000–1413<sup>0</sup> С);  $x_3$  – терморектор шығысындағы температура (180–350<sup>0</sup> С);  $x_4$  – терморектордағы жану ауа ағынының шығыны (200–700 нм/м3);  $x_5$  – Клаус реакторы кірісіндегі шикізат (6–8 т/ч);  $x_6$  – Клаус реакторы кірісіндегі температура (180–290<sup>0</sup> С);  $x_7$  – Клаус реакторы шығысындағы (300–345<sup>0</sup> С);  $a_0, a_i, a_{ik}, i = \overline{1, 4}, k = \overline{i, 4}$  және  $\tilde{a}_0, \tilde{a}_i, \tilde{a}_{ik}, i = \overline{5, 7}, k = \overline{i, 7}$  – идентификацияланатын регрессия коэффициенттері (айқын және айқын емес  $\sim$  белгілерімен): реактор шығыс параметрлеріне әсер ететін бос мүше ( $a_0, \tilde{a}_0$ ); сызықтық әсерлер ( $x_i$ ); квадраттық және өз-ара әсерлер ( $x_{ik}$ ).

Алынған (1)–(4) модельдері регрессиялық коэффициенттері модификацияланған ең кіші квадраттар тәсілі негізінде REGRESS программалар пакеті көмегімен анықталған.

Сонымен реактор шығысындағы күкірт көлемінің олардың кіріс, режимдік параметрлерімен байланысын сипаттайтын модельдерді параметрлік идентификациялау нәтижелері:

$$\begin{aligned} y_{TR} = f_1(x_1, x_2, x_4) = & 0.686792x_1 + 0.012480x_2 - -0.052000x_3 - -0.026000x_4 + \\ & + 0.025917x_1^2 + 0.0000090x_2^2 - -0.0002080x_3^2 - -0.00005200x_4^2 + \\ & + 0.000471x_1x_2 - -0.000589x_1x_4 + 0.0000250x_2x_4 - -0.000104x_3x_4 \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} y_{RC} = f_2(x_5, x_6, x_7) = & 0.6712330x_5 + 0.0171430x_6 - -0.0129230x_7 + 0.0788140x_5^2 + \\ & + 0.000058x_6^2 - -0.00003x_7^2 - -0.001566x_5x_6 - -0.000590x_5x_7 + 0.000035x_6x_7 \end{aligned} \quad (6)$$

Клаус реакторы шығысындағы күкірт сапасын сипаттайтын (3),(4) модельдерінің белгісіз айқын емес регрессиялық коэффициенттерін  $\tilde{a}_0, \tilde{a}_i, i = \overline{5, 7}$  және  $\tilde{a}_{ik}, i = \overline{5, 7}, k = \overline{i, 7}$  бағалау келесі  $\alpha$  деңгейлі жиындар  $\alpha = 0,5; 0,75; 1$  қолданылады.

Мысал ретінде  $\tilde{y}_S$  – Клаус реакторы шығысындағы өнімде күкірттің массалық үлесінің идентификацияланған айқын емес бағасын келтіреміз:

$$\begin{aligned} \tilde{y}_S = f_3(x_5, x_6, x_7) = & (0.5/0.037008 + 0.75/0.037020 + 1/0.037033 + 0.75/0.037045 + \\ & + 0.5/0.037057)x_5 + (0.5/0.076885 + 0.75/0.076900 + 1/0.076915 + 0.75/0.076930 + \\ & + 0.5/0.076945)x_6 - (0.5/0.169430 + 0.75/0.169455 + 1/0.169475 + 0.75/0.169495 + \\ & + 0.5/0.169520)x_7 + (0.5/0.000010 + 0.75/0.000020 + 1/0.000027 + 0.75/0.000034 + \\ & + 0.5/0.000044)x_5^2 + (0.5/0.000093 + 0.75/0.000108 + 1/0.000118 + 0.75/0.000128 + \\ & + 0.5/0.000143)x_6^2 - (0.5/0.000007 + 0.75/0.000057 + 1/0.000574 + 0.75/0.000157 + \\ & + 0.5/0.000207)x_7^2 + (0.5/0.000050 + 0.75/0.000070 + 1/0.000080 + 0.75/0.000090 + \\ & + 0.5/0.00011)x_5x_6 - (0.5/0.000045 + 0.75/0.000065 + 1/0.000075 + 0.75/0.000085 + \\ & + 0.5/0.000105)x_5x_7 - (0.5/0.000174 + 0.75/0.000199 + 1/0.000209 + 0.75/0.000219 + \\ & 0.5/0.000244)x_6x_7. \end{aligned} \quad (7)$$

**4. Алынған нәтижелерді талқылау.** Атырау МӨЗ қолданыстағы күкірт өндіру блогы негізгі агрегаттарының құрылуы мүмкін модельдер түрлерін жүйелік талдау нәтижелерінен реакторлар мен ондағы жүретін процесстердің күрделілігіне, оларды зерттеу қиындығына және теориялық мәліметтер мен қажетті деректерді алу мүмкін болмағандықтан реакторларға детерминді модель құру практикалық тұрғыдан мүмкін емес немесе экономикалық көз-қарастан тиімсіз болатындығы критерийлер қосындылары мәнінен көрінеді (18,5, кесте 1).

Бағалау нәтижелері бойынша статистикалық (стохастикалық) және айқын емес модельдер күкірт өндіру блогы реакторлары үшін, салыстырмалы жоғары алғанда жоғары баллдармен (21,5; 22,5) бағаланған, алайда критерийлер бағасы қосындысы бойынша реакторлар үшін ең тиімді модельдің түрі құрамдалған модель болып табылады (24,5). Яғни реакторларға құрамдалған модельдер тұрғызу қажет.

Сорғыштарға критерийлер бағалары бойынша детерминді модельді құру, басқа модельдерді құрумен салыстырғанда жоғары (28,0), яғни оларға детерминді модель құру тиімді (кесте 1). Жүйелік талдау негізінде тұрғызылған кестеде көрсетілгендей конденсатарларға, пешке және сепараторларға статистикалық модельдер құру ең оптималды шешім болып табылады (сәйкесінше 23,5; 27,5; 27).

Технологиялық агрегаттар кешеніне енетін агрегаттардың модельдерін құруда, алынған модельдерді бір жүйеге біріктіру сұрақтары ескерілмейтін, әр агрегат моделі жеке құрылатын декомпозициялау тәсілдемесі жиі қолданылады. Жүйелік модельдеу сұрақтарын мұндай жеке шешу қалаулы тиімділікті, оң нәтиже бермейді. Технологиялық жүйенің жеке агрегатының жұмысы жүйенің басқа агрегаттары жұмыстарымен байланысты болғандықтан, жеке агрегатты модельдеу мен оптимизациялау жүйе жұмысын жақсартуға толықтай жағдай туғыза алмайды. Сондықтан технологиялық жүйені модельдеу мен оптимизациялау мәселелерін толықтай шешу үшін агрегаттар арасындағы байланыстарды ескере отырып, олардың өз-ара байланысқан модельдер пакетін құру қажет. Мұндай модельдер пакетін қолдана отырып, технологиялық кешенді жүйелік модельдеуге болады. Технологиялық кешенді жүйелік модельдеу нәтижесінде оның жұмысын тежейтін «жіңішке жерлерін» анықтауға болады, ал ол

жерлердің мәселелерін шешу технологиялық кешен мен процесстің қуаттылығы мен өнімділігін айтарлықтай арттыруға мүмкіндік береді.

Агрегаттардың жеке модельдерін бір модельдер жүйесіне (пакетіне) біріктіру технологиялық кешенді процесстің жүруіне сәйкес орындалуы керек. Бұл кезде бір модельдердің шығысы (модельдеу нәтижелері) басқа модельдердің кірісі (модельдеуге қажетті бастапқы деректер), ал бұл модельдердің шығысы алдыңғы немесе басқа модельдердің кірісі болуы мүмкін. Мысалы, күкірт өндіру кешенінде E-001 конденсаторы моделінің шығысы, яғни оны модельдеу нәтижелері E-004 конденсаторы моделінің кірісі болады, ал бұл конденсаторды модельдеу нәтижелері R-001 Клаус реакторының кірісі ретінде пайдаланады. Өз кезегінде, Клаус реакторы модельдері шығыстары параллельді қосылған R-002, R-003 реакторлары мен E-002 конденсаторларын модельдеуде бастапқы ақпарат ретінде қажет болады.

Клаус реакторының өнімі, яғни күкірттің шығысын сипаттайтын модель көпрегрессиялық регрессия түрінде эксперименталдық-статистикалық тәсілдер көмегімен идентификацияланған, ал күкірт сапасын бағалайтын модельдер айқын емес регрессиялық теңдеулер түрінде эксперттерден алынған айқын емес ақпарат негізінде тұрғызылған.

**5. Қорытынды.** Жүйелік талдау нәтижесінде түрлі ақпараттар негізінде технологиялық нысандардың математикалық модельдерін құру методикасы тұжырымдалған. Ұсынылған методика бойынша технологиялық кешеннің әр агрегатының моделі ұсынылған салыстыру және таңдау критерийлері негізінде агрегаттың құрылуы мүмкін түрлі модельдері арасынан ең тиімдісі анықталып, таңдалады. Күкірт өндіру блогы негізгі агрегаттарының құрылуы мүмкін модельдері жүйелік талданып, әр агрегатқа құрылуы тиімді модельдер түрі анықталған.

Жүргізілген жүйелік талдау, зерттеу нәтижелері негізінде, жинақталған және өңделген ақпараттарды пайдалану арқылы Атырау МӨЗ күкірт өндіру блогы реакторларының математикалық модельдерінің құрылымы мен параметрлері идентификацияланған.

Терморектор мен Клаус реакторы шығысындағы күкірт көлемінің олардың кіріс және режимдік параметрлеріне байланысын сипаттайтын модель көпрегрессиялық теңдеулер түрінде анықталған. Күкірттің сапалық көрсеткіштері: Клаус реакторынан шығысындағы өнімде күкірт пен судың массалық үлестері, көпрегрессиялық айқын емес теңдеулер түрінде құрылымдық идентификацияланған. Сонымен жұмыста күкірт өндіру блогы мысалында, өз-ара байланысқан агрегаттардан туратын технологиялық кешендердің модельдер пакетін құру методикасы оны жүзеге асыру нәтижелері келтірілген.

## Әдебиеттер тізімі

- 1 Оразбаев Б.Б. Моделирование и оптимальное управление режимами работы установки производства серы: монография / Б.Б. Оразбаев, Б.Е. Утенова. -Нур-Султан. ЕНУ, 2012.-152 с.
- 2 Технологический регламент установки получения кокса Атырауского НПЗ. -Атырау: Акжайык. 2016, -212 с.
- 3 Zhi-Wen Zhao, De-Hui Wang. Statistical inference for generalized random coefficient autoregressive model // Mathematical and Computer Modelling.- 2012.- V.56. -P.152 – 166.
- 4 Оразбаева К.Н., Надиров Н.К., Сармурзина Р.Г. М?най ??деу, м?най химиясы технологиялы? кешендеріні? математикалы? модельдерін а?паратты? жетіспеушілігі ж?не ай?ын еместігі жа?дайында ??ру т?сілі// Доклады НАН РК. Серия физика-математическая.-2010.№2.-С.77-81. том 17.
- 5 Sharikov U.V., Petrov P.A. Universal model for catalytic reforming // Chemical and Petroleum Engineering. 2013. V. 43. № 9. -P. 580 – 597.
- 6 Stampar, S. Sokolic, G. Karer, A. Znidarsic, I. Skrjanc. Theoretical and fuzzy modelling of a pharmaceutical batch reactor // Mathematical and Computer Modelling. 2011. V. 53. № 8. -P. 637-645.
- 7 Анчита Х. Переработка тяжелой нефти. Реакторы и моделирование процессов: монография / Х. Анчита. - Вологда: Инженерия, 2015. -592 с.
- 8 Беккер В.Ф. Моделирование химико-технологических объектов управления: учеб. пособие / В.Ф. Беккер - М.: ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА. –М.: 2014. -142 с.
- 9 Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. для вузов / В.Е. Гмурман. -М.: Высшее образование. 2006, -479 с.
- 10 Акопов А.С. Имитационное моделирование: учебник / А.С. Акопов. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 389 с.
- 11 Девятков В.В. Имитационное моделирование: учеб. пособие / В.В. Девятков, Н.Б. Кобелев. - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 368 с.
- 12 Воробьев С.Н. Статистическое моделирование информационных систем: учеб. пособие / С.Н. Воробьев. - СПб.: ГУАП, 2010. - 152 с.

- 13 Афонин, В.В. Моделирование систем: учебно-практическое пособие / В.В. Афонин, С.А. Федосин. - М.: Интуит, 2016. - 231 с.
- 14 Сериков Т.П. Мұнай өңдеу технологиялық нысандарын математикалық тәсілдер негізінде қарқындандыру: монография / Т.П. Сериков, К.Н. Оразбаева. –Алматы: Эверо. -2006. -157 с.
- 15 Sabzi H.Z. Developing an intelligent expert system for streamflow prediction, integrated in a dynamic decision support system for managing multiple reservoirs: A case study // Expert systems with applications. 2017. -V. 82.- № 3. -P. 145–163.
- 16 Джарратино Д. Экспертные системы: принципы разработки и программирование: учебник / Д. Джарратино. – 4-е изд. –М: ООО «И.Д. Вильямс». –2007. –1152 с.
- 17 Рыков А.С., Оразбаев Б.Б. Системный анализ и исследование операции: Экспертные оценки. Методы и применение: учеб. пособие / А.С. Рыков, Б.Б. Оразбаев. -М.: МИСиС, 1995. -115с.
- 18 D. Dubois. The role of fuzzy sets indecision sciences: Old techniques and new directions // Fuzzy Sets Systems, - 2011. V.184. -№5, P.3-28.
- 19 Orazbaev B.B., Orazbayeva K.N., Utenova B.E. Development of Mathematical Models and Modeling of Chemical Engineering Systems under Uncertainty// Theoretical Foundations of Chemical Engineering.- 2014.- V. 48, № 2. -P. 138-147.
- 20 Бейсенби М.А. Системный анализ. Модели и методы системного анализа и управления: учеб. пособие / М.А. Бейсенби. -Нур-Султан: ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, 2004. -144 с.
- 21 Васильев Б.Т. Технология серной кислоты: учеб. пособие / Б.Т. Васильев, М.И. Отвагина. –М.: Химия, 2012. -384 с.
- 22 Валеев С.Г. Регрессивное моделирование при обработке наблюдений: монография / С.Н. Валеев. -М.: Наука, 1991. -272 с.
- 23 Дилигенская А.Н. Идентификация объектов управления: учеб. пособие / А.Н. Дилигенская. –Самара, СГТУ, 2009. -142 с.

Б.Б. Оразбаев<sup>1</sup>, Н.Н. Сейтова<sup>2</sup>, К.Н. Оразбаева<sup>3</sup>, Б.А. Серимбетов<sup>4</sup>, В.Е. Махатова<sup>5</sup>

<sup>1,2</sup> Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

<sup>3,4</sup> Казахский университет экономики, финансов и международной торговли, Нур-Султан, Казахстан

<sup>5</sup> Х.Досмухамедов атындағы Атырау мемлекеттік университеті, Атырау, Казахстан

#### Разработка математических моделей основных агрегатов блока производства серы на основе системного анализа

**Аннотация.** Разработана методика построения пакета моделей технологической системы, состоящей из взаимосвязанных агрегатов, на основе доступной информации различного характера. Предложенная методика реализована на примере разработки моделей основных агрегатов блока производства серы. Структуры моделей, описывающие зависимость объема серы на выходе реакторов на основе собранных и обработанных экспериментально-статистических данных и экспертной информации, а также с применением идеи подхода последовательного включения регрессоров идентифицированы в виде системы множественной регрессионных уравнений. Модели, оценивающие качество серы на выходе реактора Клауса, построены в виде нечетких регрессионных уравнений. Параметрическая идентификация регрессионных коэффициентов осуществлена на основе методов наименьших квадратов с применением пакета программ REGRESS, а идентификация нечетких регрессионных коэффициентов произведена с помощью модифицированного метода наименьших квадратов с помощью множеств уровня  $\alpha$  с использованием методов теории нечетких множеств. Таким образом, разработаны математические модели терморектора и реактора Клауса блока производства серы Атырауского НПЗ.

**Ключевые слова:** блок производства серы, математическая модель, системный анализ, нечеткая информация, нечеткая модель, структурная и параметрическая идентификация.

В.В. Orazbayev<sup>1</sup>, N.N. Seitova<sup>2</sup>, K.N. Orazbayeva<sup>3</sup>, B.A. Serimbetov<sup>4</sup>, V.E. Makhatova<sup>5</sup>

<sup>1,2</sup> L.N.Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

<sup>3,4</sup> The Kazakh university of Economics, Finance and International Trade, Nur-Sultan, Kazakhstan

<sup>5</sup> Kh. Dosmukhamedov Atyrau State University, Atyrau, Kazakhstan

#### Development of mathematical models of the main units of the sulfur production unit based on system analysis

**Abstract:** A technique has been developed for constructing a package of models of a technological system consisting of interconnected units, based on available information of various kinds. The proposed technique is implemented by the example of developing models of the main units of the sulfur production unit. The structures of the models describing the dependence of the volume of sulfur at the outlet of the reactors on the basis of the collected and processed experimental statistical data and expert information, as well as using the idea of the approach of the sequential inclusion of regressors, are identified as a system of multiple regression equations. Models that evaluate the quality of sulfur at the exit of the Claus reactor are constructed in the form of fuzzy regression equations. Parametric identification of the regression coefficients was carried out on the basis of least squares methods using the REGRESS software package, and fuzzy regression coefficients were identified using the modified least squares method using level sets  $\alpha$  using the methods of the theory of fuzzy sets. Thus, mathematical models of the thermoreactor and the Claus reactor of the sulfur production unit of the Atyrau refinery were developed.

**Keywords:** sulfur production unit, mathematical model, system analysis, fuzzy information, fuzzy model, structural and parametric identification.

## References

- 1 Orazbayev B.B., Utenova B.E. Modelirovanie i optimal'noe upravlenie rezhimami raboty ustanovki proizvodstva sery: monografiya [Modelling and optimal control of the sulphur production unit operation mode: monograph] (ENU, Nur-Sultan, 2012. 152 p.)
- 2 Tekhnologicheskyyi reglament ustanovki polucheniya koksa Atyrauskogo NPZ [Technological regulations of the Coke Production Unit of Atyrau Refinery] (Atyrau, 2016, 212 p.) Akzhaik.
- 3 Zhi-Wen Zhao, De-Hui Wang. Statistical inference for generalized random coefficient autoregressive model, Mathematical and Computer Modelling, 56, 152 – 166(2012).
- 4 Orazbaeva K.N., Nadirov N.K., Sarmurzina R.G. Munay ondeu, munay khimiyasy tekhnologiyal ı q kechenderinin matematikalıyq modelderin aqparattyn jetispeuchiligi jane ayqyn emestigi jagday ı nda quru tasili [The method of mathematical models creation of oil refining, petrochemical technological complexes in the conditions of lack information and inaccuracy], Doklad ı NAN RK [Reports of NAS RK], Seriya fizika-matematicheskaya [Series Physico-Mathematical], (2), 77-81.(2010).
- 5 Sharikov U.V., Petrov P.A. Universal model for catalytic reforming, Chemical and Petroleum Engineering, 43(9), 580 – 597(2013).
- 6 Stampar, S. Sokolic, G. Karer, A. Znidarsic, I. Skrjanc. Theoretical and fuzzy modelling of a pharmaceutical batch reactor, Mathematical and Computer Modelling, 53(8), 637–645(2011).
- 7 Anchita Kh. Pererabotka tyazhelay nefti. Reaktory i modelirovaniye protsessov: monografiya [Heavy oil refining. Reactors and process modeling: monograph] (Inzheneriya, Vologda, 2015, 592 p.).
- 8 Bekker V.F. Modelirovaniye khimiko-tekhnologicheskikh ob'ektov upravleniya [Modelling of chemical-technological objects of control] (ITS RIOR, NITS INFRA, Moscow, 2014, 142 p.)
- 9 Gmurman V.E. Teoriya veroyatnostey i matematicheskaya statistika [Theory of Probability and Mathematical Statistics] (Vysshee obrazovaniye [High education], Moscow, 2006, 479 p.)
- 10 Akopov A.S. Imitatsionnoe modelirovanie [Simulation modelling] (Yurayt, Lyubertsy, 2016, 389 p.)
- 11 Devyatkov V.V., Kobelev N.B. Imitatsionnoe modelirovanie [Simulation modelling] (KURS, NITS INFRA-M, Moscow, 2013, 368 p.)
- 12 Vorob'yev S.N. Statisticheskoe modelirovanie informatsionnykh system [Statistical modeling of information system] (GUAP, SPb, 2010, 152 p.)
- 13 Afonin, V.V., Fedosin S.A. Modelirovanie system [Modelling system] (Intuit, Moscow, 2016, 231 p.)
- 14 Serikov T.P., Orazbaeva K.N. Munay ondeu texnologiyalyq nysandaryn matematikalıyq tasilder negizinde qarq ı ndandyru: monografiya [Intensification of oil refining technological objects on the basis of mathematical methods: monograph] (Evero, Almaty, 2006, 157 p.)
- 15 Sabzi H.Z. Developing an intelligent expert system for stream flow prediction, integrated in a dynamic decision support system for managing multiple reservoirs: A case study, Expert systems with applications, 82(3), 145–163(2017).
- 16 Dzharratino D. Ekspertnye systemy: principy razrabotki i programmirovaniye [Expert systems: principles of development and programming] (4-ye izd. OOO «I.D. Vil'yams», Moscow, 2007, 1152 p.)
- 17 Rykov A.S., Orazbayev B.B. Systemnyi analiz i issledovanie operatsiy: Ekspertnye otsenki. Metody i primeneniye [System Analysis and Operations Research: Expert marks. Methods and applying] (MISiS, Moscow, 1995, 115p.)
- 18 D. Dubois. The role of fuzzy sets indecision sciences: Old techniques and new directions, Fuzzy Sets Systems, 184(5), 3-28(2011).
- 19 B.B. Orazbaev, Orazbayeva K.N., Utenova B.E. Development of Mathematical Models and Modeling of Chemical Engineering Systems under Uncertainty, Theoretical Foundations of Chemical Engineering, 48(2), 138-147(2014).
- 20 Beysenbi M.A. Systemnyi analiz. Modeli i metody systemnogo analiza i upravleniya [System analysis. Models and Methods of system analysis] (L.N. Gumilyov ENU, Nur-Sultan, 2004, 144 p.)
- 21 Vasil'yev B.T., Otvagina M.I. Tekhnologiya sernoy kisloty [Sulphuric acid technology] (Khimiya, 2012, 384 p.)
- 22 Valeev S.G. Regressivnoe modelirovanie pri obrabotke nablyudeniy: monografiya [Regressive modeling when processing observations: monograph] (Nauka, 1991, Moscow, 272 p.)
- 23 Diligenskaya A.N. Identifikatsiya ob'ektov upravleniya [Identification of control objects] (SGTU, Samara, 2009, 142 p.)

### Авторлар жайында мәліметтер:

*Оразбаев Б.Б.* - техника ғылымдарының докторы, Жүйелік талдау және басқару кафедрасының профессоры, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Саппаев көш. 2, Нұр-Сұлтан, Қазақстан.

*Сейтова Н.Н.* - Жүйелік талдау және басқару кафедрасының магистранты, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Саппаев көш. 2, Нұр-Сұлтан, Қазақстан.

*Оразбаева К.Н.* - техника ғылымдарының докторы, Қазақ экономика, қаржы және халықаралық сауда университеті, Менеджмент кафедрасының профессоры, Жубанов көш, 7, Нұр-Сұлтан, Қазақстан.

*Серимбетов Б.А.* - техника ғылымдарының кандидаты, Қазақ экономика, қаржы және халықаралық сауда университеті, Информатика және қолданбалы экономика кафедрасының меңгерушісі, Жубанов көш. 7, Нұр-Сұлтан, Қазақстан.

*Махатова В.Е.* - техника ғылымдарының кандидаты, Х.Досмухамедов атындағы Атырау мемлекеттік университеті Студенттер көш. 212, Атырау, Қазақстан.



*Orazbayev B.B.* - doctor of engineering sciences, Professor at the Department of Systems of analysis and control, L.N.Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str., Nur-Sultan, Kazakhstan.

*Seitova N.N.* - graduate student at the Department of Systems analysis and control, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str., Nur-Sultan, Kazakhstan.

*Orazbayeva K.N.* - doctor of engineering sciences, Professor at the Department of Management and marketing, Kazakh University of Economics, Finance and International Trade, Zhubanov str., Nur-Sultan, Kazakhstan.

*Serimbetov B.A.* - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Informatics and Applied Economics, Kazakh University of Economics, Finance and International Trade, Zhubanov str., Nur-Sultan, Kazakhstan.

*Makhatova V.E.* - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, st. Studentov 212, Atyrau, Kazakhstan.

*Редакцияға 27.05.2019 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, Нұр-Сұлтан 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 жіберуі 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://grmi.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

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.

"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, Nur-Sultan, 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: KСJBKZKX

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: 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.Нур-Султан, ул. Сатпаева, 2, Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева, Учебно-административный корпус, каб. 408) и по e-mail [vest\\_techsci@enu.kz](mailto: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: KСJBKZKX

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: HSBKKZKX

ИИК: KZ946010111000382181

Кбе 16

Кпн 859.

"За публикацию в Вестнике ЕНУ ФИО автора"

## Мақаланы рәсімдеу үлгісі

МРНТИ 27.25.19

А.Ж. Жубанышева<sup>1</sup>, Н. Темиргалиев<sup>2</sup>, А.Б. Утесов<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Институт теоретической математики и научных вычислений Евразийского национального университета имени Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан*

<sup>2</sup> *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  $\delta_N(\varepsilon_N; (l^{(N)}, \varphi_N))_Y \equiv \delta_N(\varepsilon_N; T; F; (l^{(N)}, \varphi_N))_Y \equiv$

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

$$|\gamma_N^{(\tau)}| \leq 1 (\tau=1, \dots, N)$$

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



Таблица 2 – Название таблицы

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



Рисунок 11 – Название рисунка

### 3. Ссылки и библиография

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

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

Список литературы оформляется следующим образом.

### Список литературы

- 1 Локуцкий О.М., Гавриков М.Б. Начала численного анализа. –М.: ТОО "Янус", 1995. –581 с. - **книга**
- 2 Темиргалиев 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., Абикинова 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. Жубанышева<sup>1</sup>, Н. Темиргалиев<sup>1</sup>, А.Б. Утесов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің теориялық математика және ғылыми есептеулер институты, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

<sup>2</sup> 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.Zhubanysheva<sup>1</sup>, N. Temirgaliyev<sup>1</sup>, A.B. Utesov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institute of theoretical mathematics and scientific computations of L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

<sup>2</sup> 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 Kyrov 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, Нур-Султан, Казахстан.

*Темиргалиев Н.* - директор Института теоретической математики и научных вычислений, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, ул. Сатпаева, 2, Нур-Султан, 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., Nur-Sultan, Kazakhstan.

*Temirgaliyev N.* - Head of the Institute of theoretical mathematics and scientific computations, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str., Nur-Sultan, 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. -3(128).- Нұр-Сұлтан: ЕҰУ.  
Шартты б.т. - 10,125. Таралымы - 30 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