

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**

№1(130)/2020

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, 2020

Nur-Sultan, 2020

Нур-Султан, 2020

*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

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

*Редакцияның мекенжайы: 010008, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ., Сәтбаев к-сі, 2, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, 402 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 қуәлігімен тіркелген

Басуға 30.03.2020ж. қол қойылды.

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., 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

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

Editorial address:

2, Satpayev str., of. 402, 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. Signed in print 30.03.2020. 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

| | |
|-------------------------|---|
| Акира Хасегава | проф., Технологический институт Хачинохе, Хачинохе, Япония |
| Акитоши Мочизуки | проф., Университет Токусима, Токусима, Япония |
| Базарбаев Д.О. | PhD, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан |
| Байдабеков А.К. | д.т.н., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан |
| Дер Вэн Чанг | проф., Тамканский Университет, Тайбэй, Тайвань |
| Жардемов Б.Б. | д.т.н., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан |
| Жумагулов М.Г. | PhD, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан |
| Йошинори Ивасаки | проф., Институт геологических исследований, Осака, Япония |
| Калякин В.Н. | проф., Делаверский Университет, Ньюарк, США |
| Тадатсугу Танака | проф., Токийский Университет, Токио, Япония |
| Тулбекова А.С. | PhD, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан |
| Хое Линг | проф., Колумбийский университет, Нью-Йорк, США |
| Утепов Е.Б. | PhD, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан |
| Чекаева Р.У. | к.а., проф., ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан |
| Шахмов Ж.А. | PhD, доцент, ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан |
| Юн Чул Шин | 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. 402
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. Подписано в печать 30.03.2020г.

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**
№1(130)/2020

МАЗМҰНЫ

| | |
|--|-----|
| <i>Балабекова К.Г.</i> Мобильді жол өтпе тіреуінің жұмысының математикалық үлгісін зерттеу | 8 |
| <i>Оразбаев Б.Б., Сантеева С.А., Оразбаева К.Н., Шагаева А.Б., Утенова Б.Е., Дюсеев К.А.</i> Оптималды технологияны таңдау үшін мұнай қалдықтары мен шламдарды жою әдістерін эксперттік бағалау | 16 |
| <i>Ниязбекова Р.К., Серекпаева М.А., Калиева Ж.Е., Оспанова Н.М.</i> Қорғаныш жабындарды өндіруде металлургиялық қождарды стандарттау тәсілдерін әзірлеу | 23 |
| <i>Ниязбекова Р.К., Джексембаева А.Е., Кривобородов Ю.Р.</i> Цемент композиттерінің құрылымын өзгерту. Болаттан жасалғанқожын қосумен құрылыс қоспаларын стандарттау бойынша өнімділігі | 30 |
| <i>Джумабаев А.А., Тлеубаева А.К.</i> Үлкен диаметрлі газқұбырындағы қирау жарықшасын шектеуді және тоқтатуды зерттеу | 37 |
| <i>Козбагарова Н.Ж., Сулайманова Ш.А.</i> Қалаларды сәулеттік-ландшафтық ұйымдастырудағы әлеуметтік жобалау | 42 |
| <i>Казиева Г.Д., Абжанова А.Е., Есекеева М.Ж., Сағнаева С.К., Сембина Г.К.</i> Биомониторингтегі деректерді зияткерлік талдаудың кейбір тәсілдері мен аспаптық құралдары | 50 |
| <i>Туякбаева А.К., Садықова С.Ш.</i> Жол бойындағы сервис кешендерінің архитектурасын дамыту туралы | 59 |
| <i>Садықова С.Б., Еркалина М., Жумагулов М.Г., Картджанов Н.Р.</i> Күн энергиясымен суды тұщыту | 66 |
| <i>Садықова С.Б., Достияров А.М., Достиярова А.М., Картджанов Н.Р.</i> ГТҚ жану камерасының жұмыстық режимдерін модельдеу | 71 |
| <i>Жартыбаева М.Г., Есимова Н., Фураева И.И., Жукабаева Т.К., Жумадилаева А.К.</i> МББЖ таңдау және Алматы қаласындағы атмосфералық ауаның ауыр металдармен ластануы туралы мәліметтер базасын толтыру | 78 |
| <i>Жакупова А.Е., Канафин М.Ж., Рустемов А.Р., Келман А.А., Мустафинов Е.К.</i> Оптикалық суреттер негізінде ауыл шаруашылығы дақылдарының шығымдылығын мониторингілеу | 89 |
| <i>Жаркенов Е.Б.</i> Нөсерлік кәріз саласындағы эксперименталдық зертеулер | 95 |
| <i>Жусупбеков А.Ж., Жаркенов Е.Б., Чанг Д., Жаркенова А.Б.</i> Нұр-Сұлтан қаласындағы I-1 нөсер кәріз бассейнін гидравликалық модельдеу | 101 |
| <i>Штыкова И.В., Обухова О.Н., Шинкевич Т.А., Маданов К.С.</i> Илектеустанының алдында дайындамаларды автоматты қыздыру жүйесін талдау және оңтайландыру | 107 |
| <i>Әлмдарова Ә.Ә., Старовойтов В.В., Исақов К.Т.</i> Цифрлық кескіндегі шуылды азайту әдістерінің тиімділігін бағалау нәтижелері | 114 |

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

№1(130)/2020

CONTENTS

| | |
|--|-----|
| <i>Balabekova K.G.</i> Research of a mathematical model of mobile overpass support operation | 8 |
| <i>Orazbayev B.B., Santeyeva S.A., Orazbayeva K.N., Shagayeva A.B., Utenova B.E., K.A. Dyussekeyev</i> Expert evaluation of methods for removing oil deposits and sludge in order to select the optimal technology | 16 |
| <i>Niyazbekova R.K., Serekpayeva M.A., Kaliyeva Zh.E., Ospanova N.M.</i> Development of approaches to the standardization of metallurgical slag in the production of protective coatings | 23 |
| <i>Niyazbekova R.K., Jexembayeva A.Y., Krivoborodov Yu.R.</i> Modification of the structure of cement composites. Research of operational properties for standardization of building mixes with the addition of steelmaking slag | 30 |
| <i>Jumabayev A.A., Tleubayeva A.K.</i> Investigation of the localization and stopping of a developing fracture fracture in larger diameter gas pipelines | 37 |
| <i>Kozbagarova N.Zh., Sulaimanova Sh.A.</i> Social design in the architectural and landscape organization of cities | 42 |
| <i>Kaziyeva G.D., Abzhanova A.E., Esekeeva M.Zh., Sagnayeva S.K., Sembina G.K.</i> Some approaches and tools for intellectual analysis of data in biomonitoring | 50 |
| <i>Tuyakaeva A.K., Sadykova S.</i> On the development of the architecture of roadside service complexes | 59 |
| <i>Sadykova S.B., Yerkalina M., Zhumagulov M.G., Kartjanov N.R.</i> Solar-powered water desalination | 66 |
| <i>Sadykova S.B., Dostiyarov A.M., Dostiyarova A.M., Kartjanov N.R.</i> Simulation of the operating conditions in a gas turbine engine combustion chamber | 71 |
| <i>Zhartybayeva M.G., Esimov N., Furayeva I.I., Zhukabayeva T.K., Zhumadillayeva A.K.</i> Rationale for choosing a DBMS and updating the database of atmospheric air pollution in Almaty city with heavy metals | 78 |
| <i>Zhakupova A.Y., Kanafin M.Z., Rustemov A.R., Kelman A.A., Mustafinov Y.K.</i> Monitoring crop yields on the basis of optical | 89 |
| <i>Zharkenov Y.B.</i> Experimental studies in the field of storm water drainage | 95 |
| <i>Zhussupbekov A.Zh., Zharkenov Y.B., Jang D., Zharkenova A.B.</i> Hydraulic simulation of the storm sewer basin I-1 of Nur-Sultan city | 101 |
| <i>Shtykova I.V., Obuhov O.N., Shinkevich T.A., Madanov K.S.</i> Analysis and optimization of the system of automatic heating billets before a rolling mill | 107 |
| <i>Eldarova E.E., Starovoitov V.V., Iskakov K.T.</i> Results evaluation effectiveness of noise reduction techniques of digital images | 114 |

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|-----|
| <i>Балабекова К.Г.</i> Исследование математической модели работы опоры мобильного путепровода | 8 |
| <i>Оразбаев Б.Б., Сантеева С.А., Оразбаева К.Н., Шагаева А.Б., Утенова Б.Е., Дюсекеев К.А.</i> Экспертная оценка методов удаления нефтяных отложений и шламов с целью выбора оптимальной технологии | 16 |
| <i>Ниязбекова Р.К., Серекпаева М.А., Калиева Ж.Е., Оспанова Н.М.</i> Разработка подходов для стандартизации металлургических шлаков при получении защитных покрытий | 23 |
| <i>Ниязбекова Р.К., Джесксембаева А.Е., Кривобородов Ю.Р.</i> Модификация структуры цементных композитов. Исследования эксплуатационных свойств для стандартизации строительных смесей с добавкой сталеплавильного шлака | 30 |
| <i>Джумабаев А.А., Глеубаева А.К.</i> Исследование локализации и остановки развивающегося трещины разрушения в газопроводах большого диаметра | 37 |
| <i>Козбагарова Н.Ж., Сулайманова Ш.А.</i> Социальное проектирование в архитектурно-ландшафтной организации городов | 42 |
| <i>Казиева Г.Д., Абжанова А.Е., Есекеева М.Ж., Сагнаева С.К., Сембина Г.К.</i> Некоторые подходы и инструментальные средства интеллектуального анализа данных в биомониторинге | 50 |
| <i>Туякаева А.К., Садыкова С.Ш.</i> Зарубежные тенденции архитектуры придорожных комплексов | 59 |
| <i>Садыкова С.Б., Еркалина М., Жумагулов М.Г., Картджанов Н.Р.</i> Солнечное опреснение воды | 66 |
| <i>Садыкова С.Б., Достияров А.М., Достиярова А.М., Картджанов Н.Р.</i> Моделирование рабочих условий камеры сгорания ГТД | 71 |
| <i>Жартыбаева М.Г., Есимова Н., Фураева И.И., Жукабаева Т.К., Жумадилаева А.К.</i> Обоснование выбора СУБД и пополнение базы данных по загрязнению атмосферного воздуха города Алматы тяжелыми металлами | 78 |
| <i>Жакупова А.Е., Канафин М.Ж., Рустемов А.Р., Келман А.А., Мустафинов Е.К.</i> Мониторинг урожайности сельскохозяйственных культур на основе оптических снимков | 89 |
| <i>Жаркенов Е.Б.</i> Экспериментальные исследования в области ливневой канализации | 95 |
| <i>Жусупбеков А.Ж., Жаркенов Е.Б., Чанг Д., Жаркенова А.Б.</i> Гидравлическое моделирование ливневого канализационного бассейна I-1 г. Нур-Султан | 101 |
| <i>Штыкова И.В., Обухова О.Н., Шинкевич Т.А., Маданов К.С.</i> Анализ и оптимизация системы автоматического нагрева заготовок перед прокатным станом | 107 |
| <i>Эльдарова Э.Э., Старовойтов В.В., Искаков К.Т.</i> Оценка эффективности методов подавления шума цифровых изображений | 114 |

Г.Д. Казиева¹, А.Е. Абжанова², М.Ж. Есекеева³, С.К. Сагнаева⁴,
Г.К. Сембина⁵

¹ Ш. Есенов атындағы Каспий мемлекеттік технологиялар және инженеринг университеті, Ақтау, Қазақстан

^{2,4} Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

³ Қазақ экономика, қаржы және халықаралық сауда университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

⁵ Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, Алматы, Қазақстан
(E-mail: ¹ gulya_kz@mail.ru, ² abdygappar@mail.ru, ³ esekееva@mail.ru, ⁴ sagnayeva_sk@enu.kz,
⁵ sembina_tar@mail.ru)

Биомониторингтегі деректерді зияткерлік талдаудың кейбір тәсілдері мен аспаптық құралдары

Аннотация: Деректерді зияткерлік талдау әдістерін және деректерді көп өлшемді статистикалық талдаудың бағдарламалық құралдарын пайдалана отырып, антропогендік факторлардың әсерінен теңіз биотасының өзгергіштігін және түрлік құрамын сипаттау үшін деректер жинағында айқын емес заңдылықтарды анықтауға шешім қабылдау үшін белгілі қызығушылық тудырады.

Экожүйенің болжамды жай-күйін бағалау үшін Каспий теңізінің қазақстандық бөлігінде сынамаларды іріктеудің 12 станциясы және көрсеткіштердің 4 тобы таңдап алынды: автотрофалық организмдер, гидрометеорологиялық көрсеткіштер, зоопланктонның негізгі топтарының биомассасы, биогендер. Мұндай жоғары өлшемдегі деректер жинағы оларды талдауды қиындатады және авторлар Statgraphics бағдарламалық құралын пайдалана отырып, деректердің өлшемділігін төмендету үшін басты компонент әдісі (БКӘ) деректерін зияткерлік талдау әдістерінің бірін пайдаланып, іске асыруды ұсынады. Өлшемдердің азаюы машиналық оқыту мен болжамды модельдеуде маңызды және "шикі" деректерден шығарылған заңдылықтар негізгі байқалатын көрсеткіштер арасындағы қазіргі қатынастарды сипаттау үшін қолданылған. Жұмыста көп өлшемді іріктеуден шағын өлшемдік деректерге (үш басты компонентке) көшу көрсетілген. Бұл бастапқы деректердің құрылымын іс жүзінде жоққа шығармай, үш өлшемді кеңістікке өтуге мүмкіндік береді, сонымен бірге биогендердің және гидрометеорологиялық сипаттамалардың фитопланктон мен зоопланктонға әсері орнатылды, биогенді заттардың концентрациясының трендтері анықталды.

Түйін сөздер: ақпараттық жүйе, экологиялық мониторинг, деректерді зияткерлік талдау, басты компонент әдісі, болжамды моделдеу.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-68-36-2020-130-1-50-58>

1. Кіріспе. Каспий теңіз суларының экологиялық мониторинг жүйесі қоршаған ортаның ластануын тұрақты бақылау жүйесін білдіреді. Каспий теңізі – Еуразия құрлығының меридиандық бағыттағы құрылымдық белдеулерінің қиылысында орналасқан жердің аса ірі ағынсыз су қоймасы. Оның әлемдік мұхиттармен байланысы жоқ, сондықтан географиялық анықтама бойынша көл болып табылады, бірақ бұл ретте гидрологиялық режим сипатында, сондай-ақ флора мен фауна құрамында көрінетін теңіздің мұраға қалған ерекшеліктерін сақтайды.

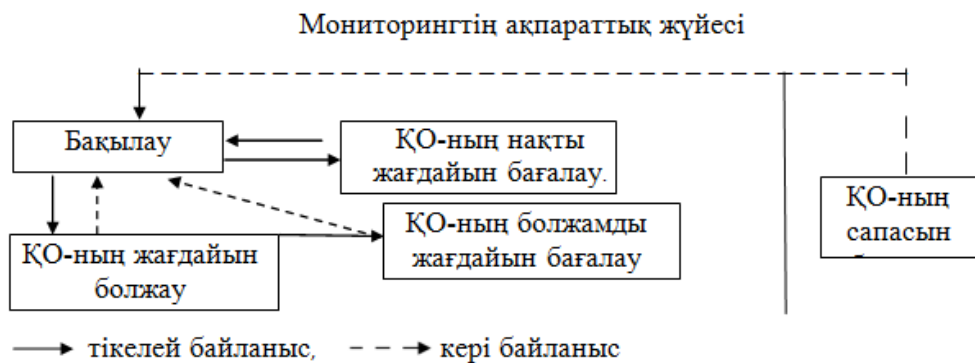
Теңіздің басты проблемасы - оның ластануы, биоәртүрліліктің төмендеуі, бөгде бактериялардың енуі, жер үсті көздерінен ластану және т.б. негізгі ластаушы, әрине, мұнай. Өз қызметін теңізде жүзеге асыратын барлық компаниялар теңізге бұрғылау ерітінділерін төгуге қолданылып жүрген тыйымдарды сақтамайды.

Ақпараттық жүйе қоршаған ортаның жай-күйі, әсер ету көздері мен факторлары, жалпы ортаға өзгерістер мен жүктемелерге жол берілетіндігі туралы, биосфераның бар резервтері туралы ақпаратты жинауды, сақтауды және өңдеуді жүзеге асырады. Осындай ақпараттық жүйені (АЖ) құрудың негізгі мақсаты экожүйеге келтірілген залалды азайту болып табылады. Қоршаған ортаның экологиялық мониторингін ақпараттық технологияларды белсенді енгізу

және пайдалану мониторинг жүргізудің әдістері мен тәсілдерін айқындайды, оның жай-күйі туралы шынайы, уақытылы және толық ауқымды ақпарат базасында басқарушылық шешімдерді қабылдауды қамтамасыз етеді.

2. Экологиялық мониторинг жүйесі. Экожүйелерге мониторинг жүргізу және модельдеу мәселелері Ю.Израиэл [1], А.И.Абакумов [2], С.М.Семеновтың [3] жұмыстарында, қазақстандық ғалымдар А.К.Заурбеков [4], Ж.С.Мустафаевтың [5] жұмыстарында қарастырылды. Бақылау атмосфера, құрлықтың, мұхиттар мен теңіздердің жер үсті сулары, климат, топырақ, өсімдіктер және т. б. сияқты түрлі объектілерді жүргізеді. Бақылау объектісіне байланысты мониторинг жүйелерінің сыныптамасын жүргізеді. Осы зерттеу шеңберінде биологиялық көрсеткіштер бойынша бақылауға негізделген биоэкологиялық мониторинг қарастырылатын болады. Мониторингтің бұл түрі биологиялық жүйелердің антропогендік әсерге реакциясын анықтау мен талдауға және олардың жай-күйін бағалауға арналған. Биологиялық жүйелерге белгілі бір аумақтығы (уақытша немесе тұрақты) бар өсімдіктер немесе жануарлар топтары жатады. Мониторинг кезінде бір сағат ішінде биомассаның өсуімен, өсімдіктермен немесе жануарлармен әртүрлі заттарды сіңіру жылдамдығымен, өсімдіктер мен жануарлар түрлерінің санымен, жалпы биомассамен олардың функционалдық және құрылымдық биологиялық ерекшеліктері бақыланады [6].

Қоршаған ортаның (ҚО) Ю. Израиэлмен [1] ұсынылған экологиялық мониторинг ақпараттық жүйесінің (АЖ) классикалық схемасын 1-ші суретке сәйкес қарастырайық. Бұл блок «бақылау» блогы теңіз аймағының биологиялық жағдайының индикатор элементтерін және параметрлерін таңдауды, оларды бақылау мен бағалауды қажет ететіндігін ескереміз. Биологиялық жай-күй параметрлері ретінде фитопланктонның негізгі топтарының биомассасының саны мен таралу көрсеткіштері, гидрометеорологиялық режим көрсеткіштері; зоопланктонның негізгі топтарының биомассасы, табиғи ортаның антропогендік жүктемесін есепке алу үшін биогенді заттар таңдап алынды.

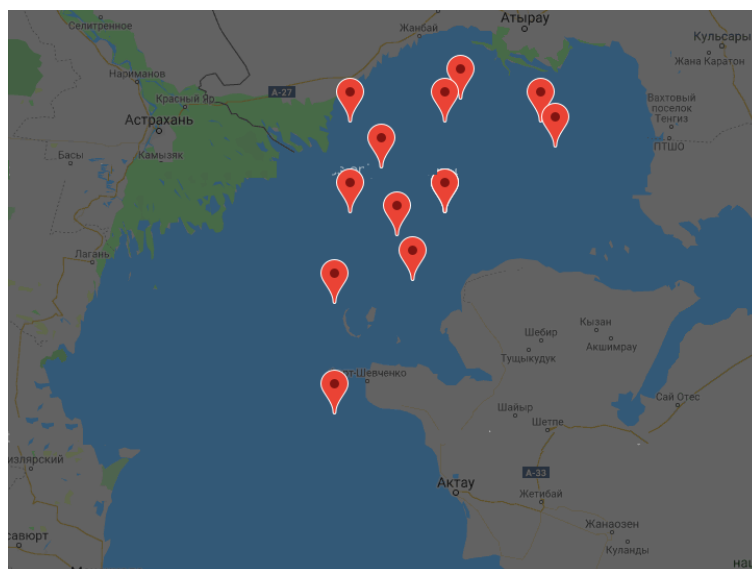


СУРЕТ 1 – Мониторинг жүйесінің блок-схемасы

Экологиялық мониторинг жүйесінің талап етілетін ақпараттылығын қамтамасыз ету үшін Каспий теңізінің Солтүстік бөлігіндегі қолданыстағы торын қолдану болжанып отыр. Алайда, талдау үшін сынама алу тұрақты тордың барлық нүктелерінде емес, тек белгілі бір облыста (аймақта) жүргізілді. Әрине, мұндай шектеу трендтерді анықтау және дұрыс талдау мүмкіндігін, сондай-ақ мониторингтік зерттеулердің барлық аумағында қоршаған орта жағдайының өзгеруін болжауды төмендетеді. Бақылау нүктелері ретінде таңдалған Каспий торының квадранттары (45, 62, 68, 74, 102, 121, 182, 188, 223, 306, 333, 452) 2-ші суретте көрсетілген.

"ҚО-ның нақты жай-күйін бағалау" блогы бақылаудағы аумақтардың биологиялық көрсеткіштері бойынша экологиялық жағдайды бағалау үшін қолда бар бақылау деректерін бағалау өлшемдерімен салыстыруға арналған.

Каспий теңіз суларының жай-күйін "болжау" блогы өткен, қазіргі және болашақтағы жай-күйі туралы ақпаратқа негізделеді.



Сурет 2 – Бақылау квадранттары

Егер жоғарыда көрсетілген блоктар мониторингтің ақпараттық жүйесін қалыптастырса, онда "ҚО-ның болжамды жағдайын бағалау" блогы басқару жүйесіне жатады. Сонымен қатар, дәл осы блокқа шешім қабылдауды қолдаудың модельдері мен әдістері жатады.

Қазіргі уақытта мұндай АЖ үш деңгейлі клиент-серверлік архитектураға негізделген геоақпараттық болып табылады және деректер базасынан, қосымшалар серверінен және деректер базасының серверінен басқа да, сондай-ақ қашықтықтан мониторинг жүргізу кезінде ақпаратты жинауды автоматтандыру элементтерін қамтиды [7].

3.Биомониторингтегі басты компонент әдісі. Көп компонентті модельдерді, соның ішінде, басты компонент әдісін қолдану экологиялық зерттеулерде А. И. Рузованың жұмысында ұсынылды [8]. Деректердің зияткерлік талдауын жүргізу барысында көптеген объектілер / нұсқаларды зерттеу жүргізіледі. Көптеген жағдайларда оны кесте түрінде ұсынуға болады, оның әрбір жолы нұсқалардың біріне сәйкес келеді, ал бағаналарда оны сипаттайтын параметрлердің мәндері болады. Тәуелді айнымалы-мәні басқа параметрлерге (тәуелсіз айнымалыларға) байланысты ретінде қарастырылатын параметр. Бұл тәуелділікті және деректерді зияткерлік талдау әдістерін қолдана отырып анықтау қажет [9].

Каспийдің қазақстандық бөлігі акваториясының биомониторингі үшін 2015 жылғы шілдеде көрсетілген бақылау квадранттарында жиналған көрсеткіштердің келесі топтары таңдалды (2-ші суретке сәйкес).

Фитопланктонның негізгі топтарының саны (млн.кл./м³):

x1 – Bacillariophyta; x2 – Cyanophyta; x3 – Dinophyta; x4 – Euglenophyta.

Фитопланктонның негізгі топтарының биомассасын бөлу (мг/м³):

x5 – Bacillariophyta; x6 – Cyanophyta; x7 – Dinophyta; x8 – Euglenophyta.

Гидрометеорологиялық көрсеткіштер:

x9 – тереңдігі (м); x10 – түбіндегі су температурасы (С); x11 – бетіндегі су температурасы (С); x12 – түбіндегі ағымның бағыты (гр.); x13 – бетіндегі ағымның бағыты (гр.); x15 – түбіндегі ағымның жылдамдығы (см/с); x16 – бетіндегі ағымның жылдамдығы (см/с);

Зоопланктонның негізгі топтарының биомассасы (мг/м³):

x17 – Rotatoria; x18 – Cladocera; x19 – Copepoda; x20 – желатинді; x21 – басқалары.

Биогенді көрсеткіштер:

X₂₁ – аммонийлік азот (мг/дм³); X₂₂ – аммоний (мг/дм³); X₂₃ – нитратты азот (мг/дм³); X₂₄ – нитраттар (мг/дм³); X₂₅ – нитритті азот (мг/дм³); X₂₆ – нитриттер (мг/дм³); X₂₇ – жалпы азот (мг/дм³); X₂₈ – жалпы фосфор (мг/дм³).

x1-x28 көрсеткіштері әртүрлі өлшем бірліктерінде ұсынылған болғандықтан, оларды көрсеткіштің әрбір мәнін оның орташа квадраттық ауытқуына бөлу жолымен нормалау қажет. Біз x_i параметрлер жиынтығынан

$$z_i = (x_i - \bar{x}_i) / s_i, i = 1, \dots, k, \tag{1}$$

стандартталған бастапқы айнымалылардың жиынтығына ауысамыз, мұндағы i – көрсеткіштің s_i – стандартты ауытқуы.

Бастапқы деректер 1-ші кестеде келтірілген.

Кесте 1 – Стандартталған бақылау параметрлері

| | s1 | s2 | s3 | s4 | s5 | s6 | s7 | s8 | s9 | s10 | s11 | s12 | s13 | s14 |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
| 1 | 1,22 | 1,89 | 0,00 | 1,50 | 1,41 | 1,48 | 0,00 | 1,42 | 0,43 | 5,02 | 19,73 | 1,31 | 2,50 | 2,81 |
| 2 | 1,40 | 3,12 | 0,00 | 0,00 | 0,73 | 3,14 | 0,00 | 0,00 | 0,28 | 5,04 | 20,30 | 0,40 | 2,32 | 2,12 |
| 3 | 1,21 | 1,93 | 0,26 | 1,50 | 0,27 | 1,89 | 0,51 | 1,42 | 0,53 | 5,04 | 19,80 | 0,80 | 1,40 | 1,30 |
| 4 | 1,59 | 1,35 | 0,26 | 0,00 | 0,34 | 0,76 | 0,15 | 0,00 | 0,36 | 4,67 | 18,39 | 0,71 | 3,11 | 1,38 |
| 5 | 1,96 | 1,46 | 0,38 | 0,00 | 1,02 | 0,92 | 1,18 | 0,00 | 0,21 | 4,69 | 17,60 | 2,57 | 3,33 | 0,85 |
| 6 | 1,40 | 3,71 | 0,64 | 2,99 | 1,85 | 3,17 | 1,50 | 3,07 | 0,36 | 5,09 | 21,22 | 1,04 | 3,35 | 1,64 |
| 7 | 4,38 | 1,55 | 0,38 | 0,00 | 4,11 | 0,89 | 1,09 | 0,00 | 0,38 | 4,85 | 19,02 | 3,20 | 4,36 | 3,92 |
| 8 | 2,69 | 0,82 | 0,26 | 1,50 | 1,23 | 0,47 | 0,51 | 1,42 | 0,82 | 5,00 | 19,31 | 1,01 | 1,43 | 1,14 |
| 9 | 1,40 | 1,44 | 0,38 | 0,00 | 1,94 | 1,08 | 1,16 | 0,00 | 0,84 | 5,00 | 19,24 | 0,91 | 1,38 | 1,28 |
| 10 | 2,33 | 0,74 | 0,13 | 0,00 | 1,20 | 0,46 | 0,58 | 0,00 | 0,73 | 4,74 | 18,88 | 3,38 | 3,88 | 2,89 |
| 11 | 0,93 | 1,25 | 0,38 | 0,00 | 1,20 | 1,09 | 0,72 | 0,00 | 0,56 | 5,18 | 20,80 | 1,67 | 2,37 | 0,97 |
| 12 | 0,65 | 0,03 | 1,26 | 0,00 | 1,06 | 0,01 | 3,70 | 0,00 | 3,89 | 1,52 | 19,52 | 1,03 | 1,92 | 0,57 |

1-ші кестенің жалғасы

| | s15 | s16 | s17 | s18 | s19 | s20 | s21 | s22 | s23 | s24 | s25 | s26 | s27 | s28 |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 2,94 | 0,72 | 0,00 | 1,22 | 0,79 | 0,57 | 1,93 | 1,81 | 3,55 | 6,73 | 2,90 | 2,78 | 3,19 | 3,48 |
| 2 | 1,35 | 3,12 | 3,50 | 1,81 | 0,00 | 0,01 | 1,93 | 1,86 | 6,38 | 6,84 | 2,90 | 2,35 | 0,86 | 3,91 |
| 3 | 1,11 | 0,41 | 0,05 | 0,62 | 0,67 | 0,11 | 1,93 | 1,46 | 3,07 | 6,62 | 2,18 | 2,57 | 3,19 | 3,91 |
| 4 | 1,70 | 1,00 | 0,00 | 0,77 | 0,57 | 0,69 | 1,93 | 1,86 | 2,84 | 6,30 | 2,90 | 2,78 | 2,87 | 1,30 |
| 5 | 1,69 | 0,12 | 0,00 | 0,99 | 3,66 | 0,99 | 1,93 | 1,26 | 2,60 | 6,62 | 2,90 | 2,57 | 2,87 | 1,74 |
| 6 | 0,50 | 2,35 | 0,35 | 1,51 | 0,01 | 0,11 | 1,93 | 2,01 | 2,84 | 6,84 | 2,90 | 2,35 | 0,96 | 3,48 |
| 7 | 3,88 | 0,63 | 0,00 | 4,01 | 0,54 | 1,05 | 1,93 | 2,01 | 3,07 | 6,62 | 2,90 | 2,78 | 0,96 | 1,30 |
| 8 | 1,11 | 0,07 | 0,00 | 0,60 | 0,74 | 3,52 | 5,14 | 5,03 | 3,78 | 7,71 | 5,80 | 5,56 | 3,32 | 2,17 |
| 9 | 1,12 | 0,00 | 0,00 | 0,82 | 0,00 | 0,03 | 3,21 | 3,02 | 2,84 | 6,30 | 4,35 | 4,28 | 1,79 | 2,61 |
| 10 | 2,89 | 0,43 | 0,00 | 0,58 | 0,72 | 0,06 | 1,61 | 1,71 | 3,31 | 5,86 | 2,90 | 2,78 | 3,03 | 1,30 |
| 11 | 2,14 | 0,00 | 0,01 | 0,51 | 0,19 | 0,04 | 2,57 | 2,52 | 3,55 | 4,56 | 4,35 | 4,28 | 1,47 | 2,61 |
| 12 | 2,77 | 0,00 | 0,52 | 0,34 | 0,00 | 0,01 | 1,54 | 1,91 | 3,07 | 4,13 | 2,90 | 2,78 | 3,03 | 2,17 |

БКӘ мәні зерттелген жиынтық туралы негізгі ақпаратты қамтитын басты компонент — жаңа айнымалылардың шағын санына бастапқы, өзара корреляциялық белгілердің көптігін түрлендіруден тұрады [10]. Бұл тәсіл өзара тығыз корреляцияланатын көрсеткіштерді зерттеу кезінде ыңғайлы және бастапқы өзара байланысты белгілерді кейбір корреляцияланатын параметрлердің жиынтығымен ауыстыруға мүмкіндік береді. Сондықтан корреляциялық матрицаны алдын ала талдау барысында Chlorophyta және Chrysophyta биомассасының саны мен таралуы сияқты көрсеткіштер алынып тасталды, себебі олар басқа қарастырылатын көрсеткіштерден тәуелсіз болды.

Әдіс корреляциялық матрицаның әрбір белгілері үшін орташа мәндерді есептеуді, басты компонент бағытында көпше регрессия теңдеулерін құруды, басты компоненттің меншікті сандарын, негізгі компоненттің жалпы дисперсияға салымдарын, басты компоненттің факторлық жүктемелерін есептеуді көздейді[11].

БКӘ математикалық моделі y_j ($j=1,..m$) бастапқы стандартталған айнымалы (z_i) сызықтық комбинациясы болып табылады және былайша жазылуы мүмкін:

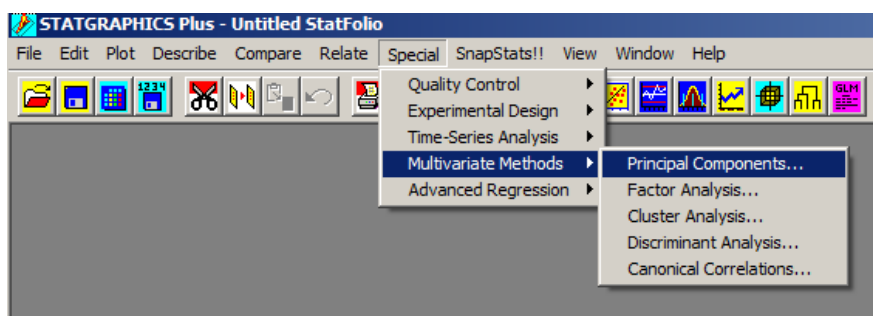
$$y_j = \sum_{i=1}^k \alpha_{ij} z_i, \tag{2}$$

α_{ij} – айнымалы z_i айнымалысының y_j басты компонентіне қосатын үлесін көрсететін коэффициент.

Барлық басты компоненттер өзара ортогональ болып табылады, демек, бастапқы айнымалылардың ашылуына қол жеткізіледі. Басты компоненттер деректер кеңістігінің ортогоналдық базисі болып табылады.

Бірінші басты компонент бастапқы айнымалылардың дисперсиясы максимал болатын бағытқа сәйкес келеді. Екінші басты компоненттің бағыты бастапқы айнымалылардың дисперсиясы бірінші басты компоненттің ортогоналдығы жағдайында максималды болатындай таңдалады. Яғни, әрбір келесі компонент алдыңғы компонентке перпендикуляр және дисперсияның қалған бөлігін түсіндіреді. Соңғы басты компонент барлық алдыңғы компонентке перпендикуляр.

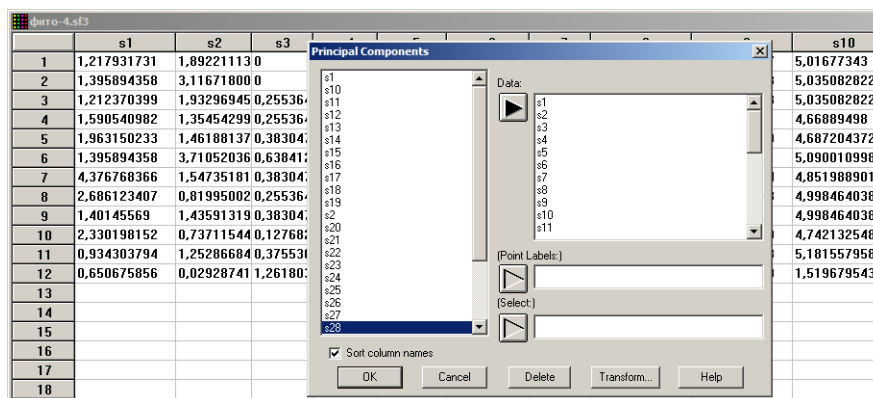
Есептеулерді жүргізу үшін біз 3-ші суретке сәйкес Statgraphics 5.0 [10] статистикалық пакетін қолданамыз.



Сурет 3 – Statgraphics пакетінің құралдарымен көп өлшемді талдау

"Multivariate Methods" модулі деректерді сұрыптап, топтастыра алады, айнымалылардың арасындағы қатынастарды анықтай алады, әртүрлі гипотезаларды ұсына алады және тексере алады.

Басты компонент әдісі бойынша есептеулерді орындау үшін 4-ші суретке сәйкес "Principal Components" терезесінде модельдер айнымалылары енгізіледі.



Сурет 4 – Айнымалы модельді енгізу

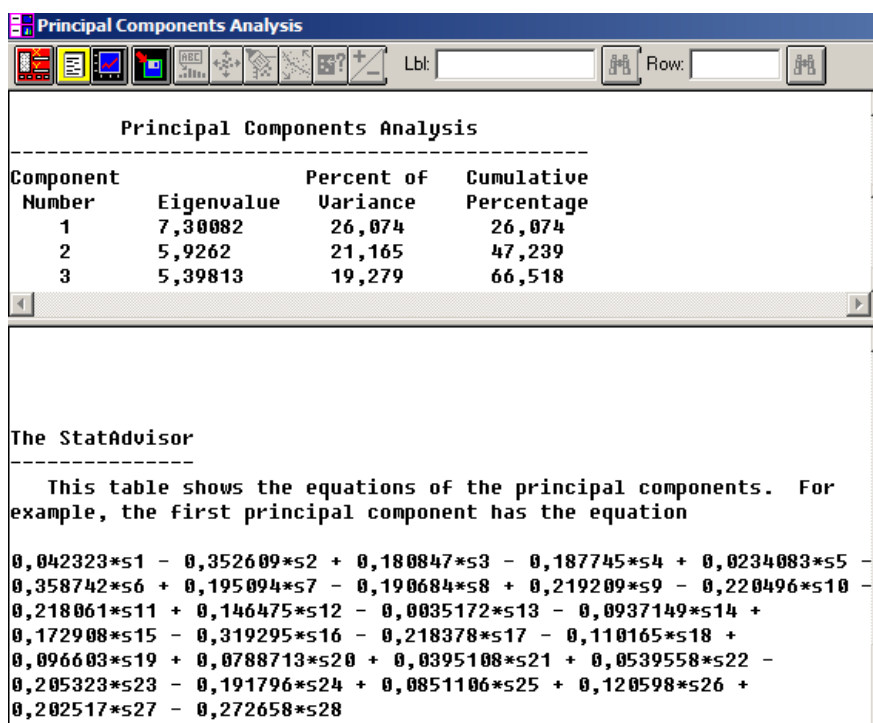
Басты компонент (БК) әдісі бойынша мынадай көрсеткіштер анықталды: шама бойынша реттелген БК меншікті мәндері (Eigenvalue); әрбір бөлінген БК -ге келетін дисперсия пайызы (Percent of Variance); дисперсияның жинақталған пайызы (Cumulative Percentage).

Есептеу нәтижесінде 5-ші суретте 3 басты компоненттер бөлінген, олар зерттелетін экожүйенің өзгергіштігінің 66,52% түсіндіреді.

Нәтижесінде, біз көп айнымалылардан жаңа көрініске көшеміз, оның мөлшері айтарлықтай аз. 28 айнымалыдан біз тек үшке көштік.

Басты компонентті бөлу алгоритмі келесідей сипаттауға болады:

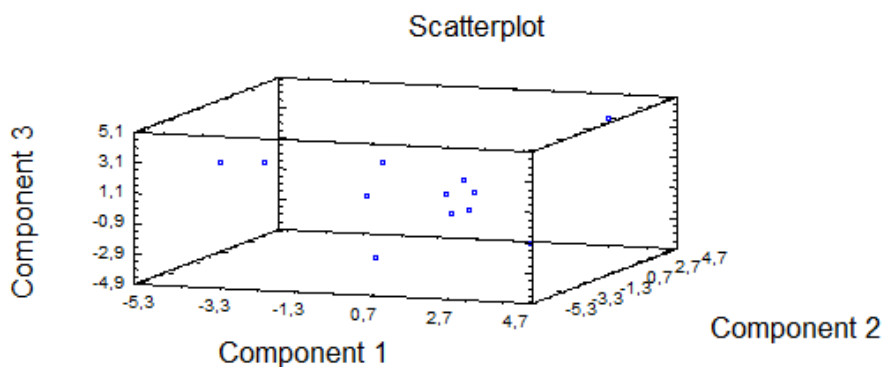
1. Бұлт орталығы іздейді және онда жаңа координаттар басталады-бұл нөлдік басты компонент (PC0)



СУРЕТ 5 – Басты компоненттер көрсеткіштерін есептеу

2. Деректерді максималды өзгерту бағыты таңдалады - бірінші басты компонент (PC1)
3. Егер деректер толық сипатталмаған болса (шу үлкен), онда тағы бір бағыт таңдалады (PC2) – біріншіге перпендикуляр, деректер мен т. б. қалған өзгерісті сипаттау үшін.

Деректерді визуалды талдау үшін алғашқы үш басты компоненттің жазықтығына бастапқы векторлардың проекциясын қолданамыз. 6-шы суретте деректер құрылымы көрінеді, объектілердің ықшам кластерлеріне бөлінеді.



СУРЕТ 6 – Басты компонент әдісінің графикалық көрінісі

Y_1 бірінші басты компоненті 26,07 пайызға түсіндіреді және келесі теңдеумен сипатталады:

$$Y_1 = 0.04s_1 - 0.35s_2 + 0.18s_3 - 0.19s_4 + 0.02s_5 - 0.36s_6 + 0.2s_7 - 0.19s_8 + 0.22s_9 - 0.22s_{10} - 0.22s_{11} + 0.15s_{12} - 0.003s_{13} - 0.09s_{14} + 0.17s_{15} - 0.32s_{16} - 0.22s_{17} - 0.11s_{18} + 0.1s_{19} + 0.08s_{20} + 0.04s_{21} + 0.05s_{22} - 0.21s_{23} - 0.19s_{24} + 0.09s_{25} + 0.12s_{26} + 0.2s_{27} - 0.27s_{28}$$

Y_1 су акваториясының биогендері мен гидрометеорологиялық сипаттамаларының фитопланктонға әсерін көрсетеді. Шартты фактор «Фитопланктон» деп аталады.

Екінші басты компонент мына теңдеумен сипатталады:

$$Y_2 = -0.23s_1 - 0.04s_2 + 0.06s_3 + 0.14s_4 - 0.22s_5 - 0.003s_6 + 0.3s_7 + 0.14s_8 + 0.1s_9 - 0.02s_{10} - 0.12s_{11} - 0.29s_{12} - 0.36s_{13} - 0.31s_{14} - 0.28s_{15} - 0.07s_{16} - 0.002s_{17} - 0.29s_{18} - 0.1s_{19} + 0.13s_{20} + 0.27s_{21} + 0.26s_{22} + 0.04s_{23} + 0.01s_{24} + 0.25s_{25} + 0.26s_{26} + 0.13s_{27} + 0.16s_{28}$$

Ү₂ басты компоненті зоопланктонға биогендер мен гидрометеорологиялық сипаттамалардың әсерін көрсетеді. Шартты факторды «Зоопланктон» деп белгілеуге болады.

Үшінші басты компонент мына теңдеумен сипатталады:

$$Y_3 = -0.31s_1 + 0.02s_2 + 0.24s_3 - 0.04s_4 - 0.16s_5 + 0.07s_6 + 0.24s_7 - 0.03s_8 + 0.25s_9 - 0.27s_{10} + 0.12s_{11} - 0.13s_{12} - 0.05s_{13} - 0.15s_{14} - 0.001s_{15} + 0.08s_{16} - 0.12s_{17} - 0.13s_{18} - 0.1s_{19} - 0.33s_{20} - 0.3s_{21} - 0.27s_{22} + 0.01s_{23} - 0.29s_{24} - 0.26s_{25} - 0.25s_{26} - 0.02s_{27} + 0.13s_{28}$$

Бұл компонент биогенді заттардың концентрациясының трендтерін көрсетеді. Шартты факторды «Биогенді жүктеменің экожүйесіне әсері» деп атауға болады.

Фитопланктонның саны мен түрлік құрамының өзгеруіне ортаның түрлі факторларының әсерін ұзақ мерзімді болжауды басты компоненттер бойынша жүргізуге болады.

4. Қорытынды. Көп өлшемді статистикалық талдау әдістерін пайдалану зерттелетін коррелирленетін параметрлердің санын азайтуға мүмкіндік береді, олар үшін қарапайым регрессиялық әдістерді қолдану қиын. Гидробиологиялық әдістердің деректерді зияткерлік талдау әдістерімен үйлесуі ластануы фитопланктон құрамына әсер етпейтін аймақтарды анықтауда тиімді.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Израэль Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды. - Л.: Гидрометеиздат, 1979.
- 2 Абақұмов А. И. Математическое моделирование водных экосистем: история, проблемы, перспективы - [Электронный ресурс].-URL: <http://www.tinro.ru/models/pdfs/WatEcoRev.pdf>. (Дата обращения: 10.12.2019).
- 3 Семенов С.М., Инсаров Г.Э., Мендес К.Л. Характеристика неопределенностей в оценках Межправительственной группы экспертов по изменению климата. Фундаментальная и прикладная климатология.- 2019.-т. 1. - С. 76-96. - DOI: 10.21513/2410-8758-2019-1-76-96
- 4 Зәуірбек Ә.К. Научно-методологические основы и оценка экологической обстановки определенной территории.- Астана: ЕНУ им.Л.Н. Гумилева, 2014.
- 5 Мустафаев Ж.С. Методологические основы экологической оценки емкости природных систем.- Тараз, 2014
- 6 Методы экологического мониторинга качества сред жизни и оценки их экологической безопасности/ О.И. Бухтояров, Н.П. Несговорова, В.Г.Савельев, Г.В. Иванцова, Е.П. Богданова. – Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2015.
- 7 Минаев Д.Д. Принципы построения региональной автоматизированной информационной системы экологического мониторинга морских акваторий с применением автономных технических средств и робототехнических комплексов//Подводные исследования и робототехника-2011.-2(12).-С.64-68.
- 8 Рузова А. И., Крупаткина Д. К. Использование метода главных компонент в экологии морского фитопланктона (обзор) // Экология моря. Киев, 1983.-Вып. 13.- С. 65-71.
- 9 Machine Learning Tom Mitchell.-McGraw-Hill, 1997. -414 p.
- 10 Ефимов В.М., Галактионов Ю.К., Шушпанова Н.Ф. Анализ и прогноз временных рядов методом главных компонент. -Новосибирск: Наука- 1988.
- 11 I.T. Jolliffe. Principal Component Analysis, Second Edition –Springer, New-York, 2002
- 12 Пакет Statgraphics. Многомерный анализ: метод главных компонент, кластерный, дискриминантный анализ –[Электронный ресурс].- URL: <https://cyberpedia.su/3x4617.html>. (Дата обращения: 10.12.2019)

Г.Д.Казиева¹, А.Е.Абжанова², М.Ж.Есекеева³, С.К.Сагнаева⁴, Г.К.Сембина⁵

¹ Каспийский государственный университет технологии и инженеринга им.Ш.Есенова, Актау, Казахстан

^{2,4} Евразийский национальный университет им.Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

³ Казахский университет экономики, финансов и международной торговли, Нур-Султан, Казахстан

⁵ Международный университет информационных технологий, Алматы, Казахстан

Некоторые подходы и инструментальные средства интеллектуального анализа данных в биомониторинге

Аннотация. Обнаружение неявных закономерностей в наборах данных для описания изменчивости и видового состава морской биоты под влиянием антропогенных факторов с использованием методов интеллектуального анализа данных и программного инструментария многомерного статистического анализа данных представляет известный интерес для принятия решений.

Для оценки прогнозируемого состояния экосистемы выбраны 12 станций отбора проб в казахстанской части Каспийского моря и 4 группы показателей: автотрофные организмы, гидрометеорологические показатели, биомасса основных групп зоопланктона, биогены. Набор данных столь высокой размерности затрудняет их анализ, и авторами предлагается подход с использованием одного из методов интеллектуального анализа данных метода главных компонент (МГК) для снижения размерности данных с использованием программного средства Statgraphics. Уменьшение размерности важно в машинном обучении и прогнозом моделировании, и выведенные из «сырых» данных

закономерности использованы для описания существующих отношений между основными наблюдаемыми показателями. В работе продемонстрирован переход от многомерной выборки к данным небольшой размерности (трем главным компонентам). Это позволяет перейти к трехмерному пространству, практически не искажив структуру исходных данных. При этом установлено влияние биогенов и гидрометеорологических характеристик на фитопланктон и зоопланктон, выявлены тренды концентрации биогенных веществ.

Ключевые слова: информационная система, экологический мониторинг, интеллектуальный анализ данных, метод главных компонент, прогнозное моделирование.

G.D. Kaziyeva¹, A.E. Abzhanova², M.Zh. Esekееva³, S.K. Sagnayeva⁴, G.K. Sembina⁵

¹ Sh. Yessenov University, Aktau, Kazakhstan

^{2,4} L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan

³ Kazakh University of Economics, Finance and International Trade, Nur-Sultan, Kazakhstan

⁵ International Information Technology University, Almaty, Kazakhstan

Some approaches and tools for intellectual analysis of data in biomonitoring

Abstract. The detection of implicit patterns in data sets for describing the variability and species composition of marine biota under the influence of anthropogenic factors using intellectual analysis of data methods and software tools for multidimensional statistical data analysis of particular interest for decision-making.

To assess the predicted state of the ecosystem, 12 sampling stations in the Kazakh part of the Caspian Sea and 4 groups of indicators were selected: autotrophic organisms, hydro meteorological indicators, biomass of the main groups of zooplankton, biogens. A set of data of such a high dimension makes it difficult to analyze them, and the authors propose an approach using one of the methods of intellectual analysis of data, the principal component method (PCM), to reduce the data dimension using the Stat graphics software tool. Dimensionality reduction is important in machine learning and predictive modeling, and the patterns derived from raw data are used to describe the existing relationships between the main observable indicators. The paper demonstrates the transition from multidimensional sampling to small-size data (three principal components). This allows us to move to a three-dimensional space without distorting the structure of the initial data. The influence of biogens and hydro meteorological characteristics on phytoplankton and zooplankton is established, and trends are identified in the concentration of biogenic substances.

Keywords. information system, environmental monitoring, intellectual analysis of data, principal component analysis, predictive modeling.

References

- 1 Izrael Yu. A. *Ekologiya i kontrol sostoyaniya prirodnoy sredy* [Ecology and control of the natural environment] (L.: Gidrometeoizdat, 1979). [in Russian]
- 2 Abakumov A. I. *Matematicheskoye modelirovaniye vodnykh ekosistem: istoriya. problem, perspektivy* [Mathematical modelling of aquatic ecosystems: history, problems, perspectives]. [Electronic resource]. Available at: <http://www.tinro.ru/models/pdfs/WatEcoRev.pdf>. (Accessed: 10.12.2019). [in Russian]
- 3 Semenov S.M., Insarov G.E., Mendes K.L. *Kharakteristika neopredelennostey v otsenkakh Mezhpripravitelstvennoy gruppy ekspertov po izmeneniyu klimata. Fundamentalnaya i prikladnaya klimatologiya* [Characterization of uncertainties in the assessments of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Fundamental and applied climate science]. t.1.PP.76-96. 2019.DOI: 10.21513/2410-8758-2019-1-76-96. [in Russian]
- 4 Zaurbek A.K. *Nauchno-metodologicheskiye osnovy i otsenka ekologicheskoy obstanovki opredelennoy territorii* [Scientific-methodological basis and assessment of the ecological situation of a certain territory] (Astana, L.N. Gumileva ENU, 2014). [in Russian]
- 5 Mustafayev Zh.S. *Metodologicheskiye osnovy ekologicheskoy otsenki emkosti prirodnykh system* [Methodological bases of ecological evaluation of the capacity of natural systems] (Taraz, 2014). [in Russian]
- 6 *Metody ekologicheskogo monitoringa kachestva sred zhizni i otsenki ikh ekologicheskoy bezopasnosti* / O.I. Bukhtoyarov. N.P. Nesgovorova. V.G.Savelyev. G.V. Ivantsova. E.P. Bogdanova [Methods of environmental monitoring of the quality of life environments and assessment of their environmental safety] (Kurgan, Izd-vo Kurganskogo gos. un-ta, 2015). [in Russian]
- 7 Minayev D.D. *Printsipy postroyeniya regionalnoy avtomatizirovannoy informatsionnoy sistemy ekologicheskogo monitoringa morskikh akvatoriy s primeneniyyem avtonomnykh tekhnicheskikh sredstv i robototekhnicheskikh kompleksov* [Principles of building a regional automated information system for environmental monitoring of sea areas using autonomous technical means and robotic complexes], *Podvodnyye issledovaniya i robototekhnika*, 2(12), PP.64-68 (2011). [in Russian]
- 8 Ruzova A. I., Krupatkina D. K. *Ispolzovaniye metoda glavnykh komponent v ekologii morskogo fitoplanktona (obzor)* [Using the Main Components Method in Marine Phytoplankton Ecology (overview)], *Ekologiya morya*. Kiyev, Vyp. 13, PP. 65-71(1983). [in Russian]
- 9 Mitchell, T.M.: *Machine Learning*. McGraw-Hill Science/Engineering/Math, New York, NY (1997). 414 p.
- 10 Efimov V.M., Galaktionov Yu.K., Shushpanova N.F. *Analiz i prognoz vremennykh ryadov metodom glavnykh komponent* [Time series analysis and prediction using the main component method].(Novosibirsk, Nauka, 1988). [in Russian]
- 11 Jolliffe I.T. *Principal Component Analysis, Second Edition*. Springer, New-York, 2002. 137p.

12 Paket Statgraphics. Mnogomernyj analiz: metod glavnyh komponentov, klasternyj, diskriminantnyj analiz. [Statgraphics package. Multivariate analysis: main component method, cluster, discriminant analysis]. [Electronic resource]. Available at: <https://cyberpedia.su/3x4617.html>. (Accessed: 10.12.2019)

Сведения об авторах:

Казиева Г.Д. – техника ғылымдарының магистрі, «Компьютерлік инжиниринг» кафедрасының аға оқытушысы, Ш.Есенов атындағы Каспий технологиялар және инжиниринг университеті, 32 шағынаудан, Ақтау, Қазақстан.

Әбжанова А.Е.-6D070300 ақпараттық жүйелер мамандығының докторанты, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Пушкин көшесі 11, Нұр-Сұлтан, Қазақстан.

Есекеева М.Ж. - физика-математика ғылымдарының кандидаты, ақпараттық жүйелер және технологиялар кафедрасының доценті, Қазақ экономика, қаржы және халықаралық қатынастар университеті, Жұбанов көшесі 7, Нұр-Сұлтан, Қазақстан.

Сағинаева С.К. - физика-математика ғылымдарының кандидаты, жүйелік талдау және басқару кафедрасының доценті, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Пушкин көшесі 11, Нұр-Сұлтан, Қазақстан.

Сембина Г.К. - техника ғылымдарының кандидаты, Ақпараттық жүйелер кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, Манас көшесі, 34А, Алматы, Қазақстан.

Kaziyeva G.D. – Master of Technical Science, Senior Lecturer of the Department "Computer Engineering", Sh. Yessenov University, 32 microdistrict, Aktau city, Kazakhstan.

Abzhanova A. E. - PhD student of the specialty 6D070300 Information systems, L. N. Gumilyov Eurasian National University, Pushkin street 11, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Yessekeeva M. Zh. - Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Information systems and technologies, International Information Technology University, Kazakh University of Economics, Finance and International Trade, Zhubanov street 7., Nur-Sultan, Kazakhstan.

Sagnayeva S.K.- Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of System Analysis and Management Department, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Pushkin street. 11, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Sembina G.K. - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Information Systems Department, International Information Technology University, Manas str.34A, Almaty, Kazakhstan.

Редакцияға 14.05.2019 қабылданды