

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., Джексембаева 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

Б.Б.Оразбаев¹, С.А.Сантеева¹, К.Н.Оразбаева¹, А.Б.Шагаева²,
Б.Е.Утенова³, К.А. Дюсекеев¹

¹ Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

² Казахский университет экономики, финансов и международной торговли, Нур-Султан,
Казахстан

³ Атырауский университет нефти и газа, Атырау, Казахстан

(E-mail: ¹ batyr_o@mail.ru, ¹ saya_santeeva@mail.ru, ¹ kulman_o@mail.ru,

² Shagayeva_a@mail.ru, ³ balbure_u_e@mail.ru)

Экспертная оценка методов удаления нефтяных отложений и шламов с целью выбора оптимальной технологии

Аннотация: Предложен подход к выбору оптимального метода удаления нефтяных отложений и шламов на основе методов экспертных оценок. Оценка и выбор эффективного метода удаления нефтешламов из прудов дополнительного отстоя Атырауского НПЗ проведены с применением метода Дельфи. Произведен отбор экспертов, определены критерии оценки и выбора оптимального метода в условиях Атырауского НПЗ и разработана структура анкеты для экспертов. По результатам проведения экспертной оценки различных методов удаления нефтяных отложений и шламов по критериям, а также по результатам обработки полученной экспертной информации, в качестве оптимального метода в условиях Атырауского НПЗ выбраны физико-химические методы. Посредством данного метода обеспечивается соблюдение действующих на Атырауском НПЗ регламентов эксплуатации технологических резервуаров и дополнительного отстоя нефтешламов, выполняются требования к промышленной безопасности и норм предельно допустимых выбросов Атырауского НПЗ.

Ключевые слова: экспертная оценка, метод Дельфи, нефтешламы, физико-химические методы, коэффициент конкордации, Атырауский НПЗ.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-68-36-2020-130-1-16-22>

1. Введение. Методы экспертных оценок являются системой логических и математико-статистических процедур и методов, которые направлены на получение от экспертов (специалистов предметной области, имеющих достаточный уровень знаний и большого опыта) информации, необходимой для описания решаемой проблемы, для подготовки и выбора рациональных решений проблемы [1 – 3]. Эксперты на основе своего опыта и знаний проводят интуитивно-логический анализ решаемой проблемы с количественной и/или качественной оценкой суждений (интуиция, знания, логическое мышление). Правильная обработка и использование такой экспертной информации позволяют получить верное решение проблемы в условиях дефицита исходной информации и неопределенности [4, 5]. В этих методах расчеты всегда переплетаются с использованием логических суждений лица, принимающего решения (руководители, специалисты-эксперты, ученые). Использование такой экспертной информации, т.е. суждений экспертов, позволяет снизить уровень неопределенности, дефицита исходной информации, следовательно, компенсирует недостаток информации, а также позволяет использовать индивидуальный и коллективный опыт при решении различных производственных проблем [5, 6]. Поэтому для трудноформализуемых, неформализуемых проблем, которые возникают в производственных условиях, методы экспертных оценок являются более эффективным, а в ряде случаев и единственным, методом их решения.

Актуальность решения таких трудноформализуемых производственных задач, например, при оценке и выборе эффективной технологии удаления нефтяных шламов в нефтеперерабатывающем производстве, стремление понять процессы сопоставления человеком многокритериальных альтернатив, совершаемых при выборе оптимального решения, привели к появлению большего числа работ по выбору и принятию решения [5, 7 – 9]. Целью данной работы является исследование и решение основных вопросов проведения экспертной

оценки методов удаления нефтешламов и выбора оптимальной технологии очистки нефтяных отложений в нефтеперерабатывающем производстве.

2. Постановка задачи. Нефтяные отложения и шламы представляют собой устойчивые нефтяные эмульсии, в которых основную часть углеводородов составляют тяжелые ароматические и парафинонафтенновые углеводороды (31 – 83%), смолы (4 – 10%) и асфальтены (4 – 14%) [10]. Широкий спектр физико-химических свойств нефтяных остатков и шламов, различные условия образования и хранения обуславливают применение разных способов и технологий по их переработке и утилизации. В связи с этим в условиях Атырауского нефтеперерабатывающего завода (НПЗ) возникла необходимость разработки или выбора способа физико-химического разрушения нефтяных отложений и удаления асфальтосмолопарафиновых отложений в прудах дополнительного отстоя.

С целью выбора оптимального метода удаления нефтяных отложений и шламов в прудах дополнительного отстоя Атырауского НПЗ необходимо организовать и провести экспертную оценку различных методов разрушения и удаления нефтяных отложений.

При этом решаются следующие основные подзадачи:

- определение количества и состава экспертов;
- подбор экспертов;
- определение метода проведения экспертной оценки;
- проведение процедуры экспертной оценки и обработка результатов;
- выбор оптимального решения – наиболее эффективного метода удаления нефтяных отложений и шламов в прудах дополнительного отстоя Атырауского НПЗ.

3. Методы решения. К наиболее распространенным экспертным методам, используемым при проведении экспертной оценки, при оценке и выборе оптимального решения производственных задач, можно отнести [5, 11]: метод рангов; метод Дельфи; методы мозговой атаки; метод непосредственного оценивания; метод сопоставлений (парного и последовательного сопоставления) и др.

Для решения поставленной задачи, т.е. для оценки различных методов разложения и удаления нефтяных отложений и шламов с целью выбора наиболее оптимальной технологии для очистки прудов в условиях Атырауского НПЗ, используется наиболее подходящий из методов экспертных оценок – метод Дельфи [11].

Метод Дельфи состоит из циклического процесса, т.е. итеративных процедур анкетного опроса экспертов. В нашем случае из вопросов по оценке, разработке или выбору метода разложения нефтяных отложений и шламов, удаления асфальтосмолопарафиновых отложений нефти в прудах дополнительного отстоя Атырауского НПЗ. В соответствии с требованиями метода Дельфи при проведении экспертной оценки отсутствуют личные контакты между экспертами, участвующими в экспертизе, и они обеспечиваются полной информацией по всем результатам оценок каждого цикла, т.е. тура опроса с сохранением анонимности оценок аргументации и критики.

Таким образом, метод Дельфи является инструментом, который учитывает независимое мнение всех экспертов, участвующих в экспертизе по обсуждаемому вопросу. При этом последовательно объединяются идеи, выводы и предложения, что через определенное количество туров (обычно 5 – 8 туров) приводит к согласованному мнению, то есть обеспечивается научно обоснованный выбор необходимого метода. Таким образом, суть метода Дельфи состоит в многократной оценке, соблюдении условия анонимности групповых опросов, что исключает проблему конформизма (подавление авторитетами хороших идей) при проведении экспертной оценки.

Этапы организации и проведения экспертной оценки на основе метода Дельфи можно представить в виде алгоритма, пошаговое описание которого приведено ниже:

- 1) Создание технической группы по сбору и обработке, обобщение мнений экспертов.
- 2) Проведение отбора и создание экспертной группы, куда входят специалисты, исследователи по решаемой проблеме, в нашем случае, технологи, экологи, занимающиеся очисткой нефтяных отложений и шламов.

3) Подготовка анкеты, где описывается решаемая проблема, представлены уточняющие вопросы. Формулировки вопросов должны быть четкими и однозначно трактуемыми, исключая неоднозначные ответы.

4) Проведение процедуры опроса экспертов в соответствии с требованиями метода, предполагающими при необходимости повторение процедуры. Полученные ответы служат основой для формулирования вопросов для следующего тура.

5) Обеспечение согласованности мнений экспертов, обобщение экспертных заключений и выбор рекомендации по поставленной проблеме, т.е. эффективного метода удаления нефтяных отложений и шламов в заданных условиях.

Подытоживая описание используемого метода, можно отметить, что *достоинством метода Дельфи* является использование обратной связи в ходе экспертного опроса, которая позволяет обеспечить объективность экспертных оценок. Но следует отметить, что метод Дельфи требует значительного количества времени на реализацию всей многоэтапной процедуры, однако его можно сократить. *Для сокращения времени нами предлагается* создание и применение компьютерной системы, в которой программно реализуется процедура метода Дельфи.

Таким образом, при решении задачи оценки и обоснованного выбора наиболее эффективного разложения отложений и нефтешламов в качестве научно обоснованного способа экспертных оценок был выбран метод «Дельфи». Для оценки меры согласованности мнений экспертов рассчитываются по известной методике и используются коэффициенты конкордации [5, 11].

4. Результаты и обсуждение результатов. Приведем результаты применения метода Дельфи при экспертной оценке различных методов, технологий разложения отложений и нефтешламов и выборе наиболее эффективного решения для удаления нефтяных отложений и шламов из прудов отстоя в условиях Атырауского НПЗ.

В состав *экспертной группы* вошли эксперты, которые являются специалистами, имеющими большой опыт по оценке и выбору способа разложения нефтяных отложений и шламов. В экспертную группу, кроме ученых-исследователей данной проблемы, вошли опытные специалисты производства, технологи, экологи Атырауского НПЗ, которые непосредственно занимаются решением исследуемой проблемы.

Для оценки и выбора технологии разложения нефтяных остатков и удаления асфальтосмолопарафиновых отложений нефти в прудах дополнительного отстоя Атырауского НПЗ была набрана группа экспертов из 7 человек.

При обработке собранных мнений экспертов использованы как количественная (численные данные), так и качественная (нечеткая, содержательная) информация. При этом используются различные способы. Необходимо отметить, что при наличии численных данных для решения вопросов, имеющих достаточный информационный материал, в основном применяются методы усреднения экспертных суждений. Однако даже при имеющихся численных данных, но при недостаточности информации по решаемому вопросу (что нередко бывает на практике, в производственных условиях) наряду с количественными методами обработки экспертных данных также используются и методы качественного анализа, например, на основе методов теорий нечетких множеств [5, 12, 13].

Рассмотрим результаты применения метода Дельфи. На основе результатов проведенного исследования и анализа разработана структура анкеты для экспертов с целью сбора информации, необходимой для оценки значимости различных способов разрушения, переработки нефтешламов и выбора наиболее эффективного в условиях Атырауского НПЗ [14]. Структура анкеты приведена в виде таблицы 1.

Таблица 1 - Структура анкеты для сбора мнений экспертов

Анкета для оценки значимости различных методов удаления асфальтосмолопарафиновых нефтяных отложений и нефтешламов в прудах дополнительного отстоя Атырауского НПЗ	
Уважаемый эксперт _____, просим Вас оценить значимость каждого из методов удаления асфальтосмолопарафиновых отложений нефти в прудах дополнительного отстоя Атырауского НПЗ посредством выставления соответствующего ранга с учетом соблюдения действующих на данном предприятии регламента эксплуатации технологических резервуаров и соответствующих требований промышленной безопасности на опасных производственных объектах. Также необходимо учитывать, что отмеченные в качестве оптимальных методы не должны увеличивать нормативы предельно допустимых выбросов Атырауского НПЗ.	
Метод удаления нефтяных отложений и нефтешламов	Ранг
x_1 – термические методы	
x_2 – физические методы (механическая очистка)	
x_3 – химические методы	
x_4 – физико-химические методы	
x_5 – биологические методы	

Данные из заполненных анкет вносятся в специальную таблицу. Вышеприведенная анкета была предложена для заполнения экспертам, т.е. ученым-исследователям по предметной области и специалистам Атырауского НПЗ, которые занимаются вопросами разложения нефтяных отложений и процессами удаления асфальтосмолопарафиновых отложений нефти в прудах дополнительного отстоя, а также экологам по контролю регламента эксплуатации технологических резервуаров и соответствующих требований промышленной безопасности. Они провели оценку значимости каждого из методов разложения и удаления асфальтосмолопарафиновых отложений нефти в прудах дополнительного отстоя Атырауского НПЗ. Результаты оценки и обработки полученных данных приведены в таблице 2.

В таблице выделены (строки 1 – 7; столбцы А – Е оценки (ранги), выставяемые экспертами на очередном этапе метода Дельфи.

Расчет показателей таблицы выполняется по следующим формулам:

Столбец F. Сумма ранговых оценок всех показателей:

$$\sum R = \frac{n(n+1)}{2} = \frac{5(5+1)}{2} = \frac{30}{2} = 15 \quad (1)$$

где n – число показателей. В нашем случае $n=5$.

Столбец G. Для того чтобы упростить задачу и не рассчитывать T_i рекомендуется в примечании к анкете написать «Не допускается присвоение одинаковых рангов разным характеристикам». В этом случае $T_i = 0$

Но если равным характеристикам присваиваются одинаковые ранги, то для расчета используется следующая формула:

$$T_i = \frac{1}{12} \cdot \sum_{j=1}^n (t_{ij}^3 - t_{ij}) \quad (2)$$

где n - число рангов с одинаковыми оценками у i -го эксперта t_{ij} - число оценок с одинаковыми рангами у i -го эксперта.

Таблица 2 - Результаты экспертной оценки значимости методов разложения и технологии удаления асфальтосмолопарафиновых отложений нефти в прудах дополнительного отстоя Атырауского НПЗ.

№ п/п	Шифр эксперта R_{ij}	Ранговые оценки R_{ij}					Σ R_{ij}	T_i
		x_1	x_2	x_3	x_4	x_5		
		A	B	C	D	E	F	G
1	1	3	4	2	1	5	15	0
2	2	3	3	2	1	5	14	0,5
3	3	3	4	2	1	4	14	0,5
4	4	3	4	2	1	5	15	0
5	5	3	4	2	1	4	14	0,5
6	6	3	4	1	2	5	15	0
7	7	2	3	2	1	4	12	0,5
8	S_{ij}	20	26	13	8	32		$\bar{S}=19,80$
9	γ_j	0,2100	0,1200	0,3100	0,3800	0,040		
10	S_{j0}	0,2100	0,1200	0,3100	0,3800			
11	γ_{j0}	0,1900	0,1100	0,2900	0,3500	0,03		
12	$\Delta_j = S_{ij} - \bar{S}$	0,20	6,20	-6,80	-11,80	12,20		
13	$\Delta_j^2 = (S_{ij} - \bar{S})^2$	0,04	38,44	46,24	139,24	148,84		$\sum(S_{ij} - \bar{S})^2 = 372,8$

Строка 8 столбцы A – E. S_{ij} – сумма ранговых оценок по каждому свойству.

Строка 8 столбца G. \bar{S} – средняя сумма рангов для всех показателей:

$$\bar{S} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^m S_{ij} = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^7 (20 + 26 + 13 + 8 + 32) = \frac{99}{5} = 19,80 \quad (3)$$

где n – число показателей, m – число экспертов,

Строка 9 столбцы A – E. γ_j – весовой коэффициент каждого параметра:

$$\gamma_j = \frac{(m \cdot n - S_{ij})}{0,5 \cdot m \cdot n \cdot (n - 1)} \quad (4)$$

Строка 10. Сумма ранговых оценок существенно значимых показателей S_{j0} . Существенно значимыми показателями считаются показатели, у которых весовой коэффициент получился больше 0,1. Для них данные из строки 9 переносим в строку 10.

Строка 11. γ_{j0} – относительный коэффициент каждой из значимых характеристик:

$$\gamma_{j0} = \frac{\gamma_j}{\sum \gamma_j} \quad (5)$$

где γ_j – коэффициенты весомости существенно значимых характеристик.

Строка 12. Отклонение суммы ранговых оценок от средней величины по каждому свойству определены по формуле: $\Delta_j = S_{ij} - \bar{S}$.

Строка 13. Столбец L. Контрольная сумма вычисляется по выражению: $\sum(S_{ij} - \bar{S})^2$.

Коэффициент согласия (конкордации):

$$W = \frac{\sum(S_{ij} - \bar{S})^2}{(1/12)m^2(n^3 - n) - (m \sum T_{ij})} = \frac{372,8}{0,08 \cdot 7^2(5^3 - 5) - (7 \cdot 2)} = \frac{372,8}{456,4} = 0,81 \quad (6)$$

Значение коэффициента конкордации $W=0,81$, т.е. оценки экспертов взаимно хорошо согласованы.

Обсуждение результатов. Таким образом, в результате экспертной оценки методом Дельфи после 5-го этапа (тура) определено, что самым эффективным методом удаления асфальтосмолопарафиновых отложений нефти в прудах дополнительного отстоя Атырауского

НПЗ, при котором соблюдаются действующие на заводе регламенты эксплуатации технологических резервуаров и соответствующие требования промышленной безопасности на опасных производственных объектах, а также не увеличиваются нормативы предельно допустимых выбросов Атырауского НПЗ, являются физико-химические методы.

В результате проведения экспертной оценки (с учетом критериев эффективности: соблюдение действующих на Атырауском НПЗ регламентов эксплуатации технологических резервуаров; требования промышленной безопасности на опасных производственных объектах; нормативы предельно допустимых выбросов Атырауского НПЗ) различных методов обезвреживания нефтяных отложений, удаления асфальтосмолопарафиновых отложений нефти в прудах дополнительного отстоя Атырауского НПЗ научно обоснована эффективность физико-химических методов, при которых применяются специально подобранные химические реагенты (растворители, деэмульгаторы, ПАВ и др.), изменяющие физико-химические свойства шламов (с последующей обработкой на специальном оборудовании).

5. Заключение. Для экспертной оценки и выбора оптимального метода удаления отложений и нефтешламов из прудов дополнительного отстоя Атырауского НПЗ использован метод Дельфи, который представляет собой итеративную процедуру анкетного опроса (вопросы по оценке и выбору метода разложений нефтяных отложений и шламов). В качестве экспертов отобраны опытные специалисты, имеющие большой опыт по исследованию и решению проблем разложений нефтяных отложений и шламов. Для сбора информации, необходимой для оценки значимости различных методов удаления нефтяных отложений и шламов определены критерии их оценки и выбора в условиях Атырауского НПЗ, разработана структура анкеты. Практическое значение работы заключается в том, что при выбранных физико-химических методах разрушения и удаления нефтяных отложений и шламов, соответствующих технологии реализации этих методов, используются деэмульгаторы собственного производства и обеспечивается полное соблюдение действующего на Атырауском НПЗ регламента эксплуатации технологических резервуаров, требований промышленной безопасности. При этом не увеличиваются нормативы предельно допустимых выбросов Атырауского НПЗ.

Список литературы

- 1 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.
- 2 Lin J.J., Lee J., Cheng K.L., Lin F.B. Expert system for polyester exhaust dyeing // AATCC Review. –2001. –V.1. № 1. – P. 41–44.
- 3 Сулейменов Б.А. Интеллектуальные и гибридные системы управления технологическими процессами. - Алматы: Изд-во Пикула и К, 2009. -304 с.
- 4 Оразбаев Б.Б., Оразбаева К.Н., Кульжанов Д.У. Исследование и описание процесса производства бензола на основе методов экспертных оценок // Новосты науки Казахстана -2015. №2(124). – С. 172-186.
- 5 Оразбаев Б.Б. Методы моделирования и принятия решений для управления производством в нечеткой среде. -Астана: ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, 2016. -398 с.
- 6 Основы построения экспертных систем [Электрон.ресурс]. – 2010. – URL: <http://docplayer.ru/51170682-Osnovy-postroeniya-ekspertnyh-sistem-konspekt-lekciy.html> (дата обращения: 12.01.2019)
- 7 Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. -М.: Наука, 2008. -387 с.
- 8 Rademaker M., Bernard B. Aggregation of monotone reciprocal relations with application to group decision making // Fuzzy Sets and Systems -2011. -V. 184. - P. 29–51.
- 9 Zhenpei Li, Jinfei Wang, R. Brook, R. Easton. Promoting data requirement for the oil gas pipeline integrity management // Oil Gas European Magazine -2016. -Vol. 132. –P. 167–193.
- 10 Хайдаров Ф.Р., Хисаев Р.Н., Шайдаков В.В., Каштанова Л.Е. Нефтешламы. Методы переработки и утилизации. –Уфа: Монография, 2003. –74 с.
- 11 Рыков А.С., Оразбаев Б.Б Системный анализ и исследование операций: Экспертные оценки. Методы и применение. –М.: МИСиС, 1995. -115 с.
- 12 Оразбаев Б.Б., Оспанов Е.А., Оразбаева К.Н., Курмангазиева Л.Т. Гибридный метод разработки математических моделей химико-технологической системы в условиях неопределенности // Математическое моделирование -2017. -Т.29. № 4. - С. 30-44. <http://www.mathnet.ru/links/4efe6ba4fa89545c5efcd071a827e369a/mm3835.pdf>. (дата обращения: 11.01.2017).

- 13 Dubois D. The role of fuzzy sets indecision sciences: Old techniques and new directions // Fuzzy Sets and Systems. -2011. -V.184. -P. 3-28.
- 14 Турукалов М.Б. Критерии выбора эффективных углеводородных растворителей для удаления АСПО: Автореферат дисс. на соискание уч. ст. канд. хим. наук . Краснодар, 2007. -156 с.

Б.Б.Оразбаев¹, С.А.Сантеева¹, К.Н.Оразбаева¹, А.Б.Шагаева², Б.Е.Өтенова³, К.А. Дюсекеев¹.

¹ Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан, ² Қазақ экономика, қаржы және халықаралық сауда университеті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан, ³ Атырау мұнай және газ университеті, Атырау, Қазақстан

Оптималды технологияны таңдау үшін мұнай қалдықтары мен шламдарды жою әдістерін эксперттік бағалау

Аңдатпа. Эксперттік бағалау тәсілдері негізінде мұнай шөгінділері мен қоқырын (шламын) жоюдың оптималды тәсілін таңдау тәсілдемесі ұсынылған. Атырау мұнай өңдеу зауыты (МӨЗ) қосымша тұнба тоғанынан мұнай қоқырларын тазарту тәсілдерін бағалау және тиімдісін таңдауда Дельфи тәсілін қолдану арқылы жүзеге асырылған. Эксперттерді таңдау орындалған, Атырау МӨЗ жағдайында оптималды тәсілді бағалау және таңдау критерийлері таңдалған және эксперттер үшін сауалнама құрылған. Мұнай қоқырлары және шөгінділерін тазалау мен жоюдың түрлі тәсілдерін бағалау бойынша жүргізілген эксперттік бағалау нәтижелері, сондай-ақ алынған эксперттік бағалау нәтижесін өңдеу нәтижелері бойынша Атырау МӨЗ жағдайында шөгінділерді жоюдың оптималды тәсілі ретінде физикалық-химиялық тәсілдер таңдалған. Бұл тәсілде Атырау МӨЗ-да қолданыстағы технологиялық резервуарларды және қосымша мұнай қоқыры тоғандарын пайдалану жұмыс тәртібі сақталады. Атырау МӨЗ-да рұқсат етілген шығарудың ұйғарымды шегі нормалары мен өндірістік қауіпсіздік талаптары орындалады.

Түйін сөздер. эксперттік бағалау, Дельфи тәсілі, мұнай қоқыры (шламы), физика-химиялық тәсілдер, конкордация коэффициенті, Атырау МӨЗ.

В.В.Оразбаев¹, С.А.Сантеева¹, К.Н.Оразбаева¹, А.Б.Шагаева², Б.Е.Утенова³, Дюсекеев К.А.

¹ L.N.Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan, ² The Kazakh university of Economics, Finance and International Trade, Nur-Sultan, Kazakhstan ³ Atyrau University of Oil and Gas, Atyrau, Kazakhstan

Expert evaluation of methods for removing oil deposits and sludge in order to select the optimal technology

Abstract. An approach is proposed to select the optimal method of removing oil deposits and sludge based on expert assessment methods. Evaluation and selection of an effective method for removal of oil sludge from ponds of additional sludge of the Atyrau oil refining factory was carried out using the Delphi method. The selection of experts; evaluation criteria and choosing the optimal method in the Atyrau oil refining factory are defined, and the structure has been developed of the questionnaire for experts. According to the results of expert evaluation of various methods for removing oil deposits and sludge according to the criteria, as well as the results of processing the obtained expert information, physicochemical methods were chosen as the best method in the Atyrau oil refining factory. This method ensures that the regulations on the operation of process technological reservoir and additional sludge are valid in Atyrau oil refining factory; industrial safety requirements and standards for maximum permissible emissions of the Atyrau oil refining factory are performed.

Keywords. expert assessment, Delphi method, oil sludge, physical and chemical methods, concordance coefficient, Atyrau refinery.

Сведения об авторах:

Оразбаев Б.Б. – доктор технических наук, профессор кафедры системного анализа и управления, Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева, ул.Сатпаева, 2, Нур-Султан, Казахстан.

Сантеева С.А. – докторант кафедры системного анализа и управления, Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева, ул.Сатпаева, 2, Нур-Султан, Казахстан.

Оразбаева К.Н. – доктор технических наук, профессор кафедры менеджмента, Казахский университет экономики, финансов и международной торговли, ул. Жубанова, 7, Нур-Султан, Казахстан.

Шагаева А.Б. – старший преподаватель кафедры автоматизации производства и информационных технологий, Атырауский университет нефти и газа, ул. Баймуханова, 45, Атырау, Казахстан.

Утенова Б.Е. – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры автоматизации производства и информационных технологий, Атырауский университет нефти и газа, ул. Баймуханова, 45, Атырау, Казахстан.

Дюсекеев К.А. – кандидат технических наук, доцент кафедры Вычислительной техники, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилёва, ул. Сатпаева 2, Нур-Султан, Казахстан.

Orazbayev B.B. – PhD of Engineering Sciences, Professor, Department of Systems of analysis and controls, L.N.Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str.2, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Santeyeva S.A. – PhD student, Department of Systems of analysis and controls, L.N.Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str.2, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Orazbayeva K.N. – PhD of Engineering Sciences, Professor, Department of Management, Kazakh University of Economics, Finance and International Trade, Zhubanov str., Nur-Sultan, Kazakhstan.

Shagayeva A.B. – Senior Lecturer, Department of Automation of Production and Information Technologies, Atyrau University of Oil and Gas, st. Baymukhanova 45, Atyrau, Kazakhstan.

Utenova B.E. - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Automation of Production and Information Technologies, Atyrau University of Oil and Gas, Baymukhanova str.45, Atyrau, Kazakhstan

Dyussekeyev K.A. - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Computer Engineering, L.N.Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str. 2, Nur-Sultan, Kazakhstan.

Поступила в редакцию 27.09.2019