

ISSN 2181-7200

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ТАЪЛИМ, ФАН
ВА ИННОВАЦИЯЛАР ВАЗИРЛИГИ

ФАРҒОНА ПОЛИТЕХНИКА ИНСТИТУТИ

И Л М И Й – Т Е Х Н И К А Ж У Р Н А Л И



2023. Том 27. № 3

*НАУЧНО–ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ ФерПИ*

*SCIENTIFIC – TECHNICAL
JOURNAL of FerPI*

ФАРҒОНА – 2023

ФарПИ ИЛМИЙ-ТЕХНИКА ЖУРНАЛИ ТАҲРИРИЯТИ

1997 йилдан буён нашр этилади.
Йилига 6 марта чоп қилинади.

ЎзР Олий аттестация комиссияси
Раёсатининг 2013 йил 30 декабрдаги
№201/3 қарори билан журнал ОАКнинг
илмий нашрлари рўйхатида киритилган

Бош муҳаррир

Ў.Р. САЛОМОВ

Тахрир хайъати:

Физика-математика фанлари:

1. Вайткус Ю.Ю., академик, ф.-м.ф.д., проф. – Вильнюс, Литва ДУ
2. Тарасенко С.А., ф.-м.ф.д., проф. – С-Пб. ФТИ, РФА
3. Мўминов Р.А., академик, ф.-м.ф.д., проф. – Ўз ФА ФТИ
4. Сиддиков Б.М., Prof. of Mathem. – Ferris State University, USA
5. Нуриддинов И., ф.-м.ф.д., проф. – Ўз ФА ЯФИ
6. Юлдашев Н.Х., ф.-м.ф.д., проф. – Фар ПИ

Механика:

1. Алиматов Б.А., т.ф.д., проф. – Белгород ДТУ, Россия
2. Сиваченко Л.А., академик, д.т.н., проф. – Бел.-Рос. Университет, Беларусия
3. Бойбобоев Н., т.ф.д., проф. – Нам МҚИ
4. Мамаджанов А.М. т.ф.д., проф. – Тош ДТУ
5. Тожиёв Р.Ж., т.ф.д., проф. – Фар ПИ
6. Тухтақузиёв А., т.ф.д., проф. – Ўз ФА МЭИ

Қурилиш:

1. Аббасов Ё.С., т.ф.д. – Фар ПИ
2. Ақромов Х.А., т.ф.д., проф. – Тош АҚИ
3. Одилхажаяев А.Э., т.ф.д., проф. – Тош ТИТМИ
4. Раззаков С.Ж., т.ф.д., проф. – НамМҚИ
5. Шинкова Н.Б. т.ф.д. проф. – Москва Арх. Инст., Россия

Энергетика, электротехника, электрон қурилмалар ва ахборот технологиялар

1. Арипов Н.М., т.ф.д., проф. – Тошкент ТИТМИ
2. Хайриддинов Б.Э., т.ф.д., проф. – Қарши ДУ
3. Касыммахунова А.М., т.ф.д., проф. – Фар ПИ
4. Расулов А.М., т.ф.д. – ТАТУ ФФ
5. Эргашев С.Ф., т.ф.д. – Фар ПИ

Кимёвий технология ва экология

1. Салиханова Д.С., т.ф.д. проф. – Ўз ФА УНКИ
2. Ибрагимов А.А., к.ф.д., проф. – Фар ДУ
3. Ибрагимов О.О., к.х.ф.д. проф. – Фар ПИ
4. Омонов Т.С., ф.-м.ф.д., проф. – Альберта Университети, Эдмонтон, Канада.
5. Хамдамова Ш.Ш., т.ф.д. – Фар ПИ
6. Хамроқулов З.А., т.ф.д. – Фар ПИ

Ижтимоий-иқтисодий фанлар

1. Ертаев К.Е., и.ф.д. проф. – Тараз ДУ, Қозғистон
2. Иқромов М.А., и.ф.д., проф. – Тош ИУ
3. Искандарова Ш.М., фил.ф.д., проф. – Фар ДУ
4. Исманов И.Н., и.ф.д., проф. – Фар ПИ
5. Қудбиев Д., и.ф.д., проф. – Фар ПИ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ФерПИ

Издаётся с 1997 года.
Выходит 6 раз в год.

Постановлением Президиума Высшей
аттестационной комиссии РУз №201/3
от 30 декабря 2013 г. журнал включен в
список научных изданий ВАК.

Главный редактор

У.Р. САЛОМОВ

Редакционная коллегия:

Ё.С. Аббасов, Б.А. Алиматов, Х.А. Ақромов, Н.М. Арипов, Н. Бойбобоев, Ю.Ю. Вайткус, К.Е. Ертаев, А.А. Ибрагимов, О.О. Ибрагимов, М.А. Иқромов, Ш.М. Искандарова, И.Н. Исманов, А.М. Касыммахунова, Д. Қудбиев, А.М. Мамаджанов, Р.А. Муминов, И. Нуриддинов, А.Э. Одилхажаяев, Т.С. Омонов, А.М. Расулов, С.Ж. Раззаков, Б. Сиддиков, Л.А. Сиваченко, Д.С. Салиханова, С.А. Тарасенко, Р.Ж. Тожиёв, А.А. Тухтақузиёв, Б.Э. Хайриддинов, Ш.Ш. Хамдамова, З.А. Хамроқулов, Н.Б. Шинкова, С.Ф. Эргашев, Н.Х. Юлдашев (ответственный редактор)

SCIENTIFIC – TECHNICAL JOURNAL of FerPI

It has been published since 1997.
It is printed 6 times a year.

The decision of Presidium of the Supreme
Attestation Committee of the RUz №201/3
from December, 30th, 2013 Journal is included
in the list of scientific editions of the SAC.

Editor-in-chief

O`R. SALOMOV

Editorial board members:

Yo.S. Abbasov, B.A. Alimatov, X.A. Akromov, N.M. Aripov, N. Boyboboev, Yu.Yu. Vitkus, K.E. Ertaev, A.A. Ibragimov, O.O. Ibragimov, M.A. Ikromov, Sh.M. Iskandarova, I.N. Ismanov, A.M. Kasimahunova, D. Kudbiev, A.M. Mamadjanov, R.A. Muminov, I. Nuriddinov, A.O. Odilxajayev, T.S. Omonov, A.M. Rasulov, S.J. Razzakov, B. Siddikov, L.A. Sivachenko, D.S. Salikhanova, S.A. Tarasenko, R.J. Tojiev, A.A. Tuxtakuziev, B.E. Hayriddinov, Sh.Sh. Xamdamova, Z.A. Xamroqulov, N.B. Shinkova, S.F. Ergashev, N.Kh.Yuldashev (Executive Editor)

МУНДАРИЖА

ФУНДАМЕНТАЛ ФАНЛАР

Мухамедиева Д.К., Хасанов У.У. Ёнғин хавфини бошқариш жараёнларини интеллектуаллаштириш	9
Насриддинов С.С., Маннанов М.И. Ni ва Cu атомлари билан легирланган кремний асосида терморезистив датчиклар яратишда механик ва кимёвий ишлов бериш технологияси	14
Мухамедиева Д.К., Мадрахимов А.Х. Populyatsiya to'lqinlarining kosmosda tarqalish modeli	19

МЕХАНИКА

Мухамедиева Д.Т., Сотволдиев Д., Мирзарахмедова А. Транспорт талабларининг норавшан модели	24
Xurramatov A.M., Xametov Z.M. Neft shlamining ayrim xossalari va tarkibini o'rganish natijalari	33
Тожиев Р.Ж., Ражабова Н.Р., Раҳмонов А. Цемент олиш технологиясида ҳам-ашёни майдалаш жараёнларини жадаллаштириш	38
Шоқучқоров К.С., Рахимов Р.В., Рузметов Я.О., Джаббаров Ш.Б. Jarayonning qoldiq kuchlanishini hisobga olgan holda yuk vagonining qattiq prokat g'ildiraklarining mustahkamligini tahlil qilish	45
Тожиев Р.Ж., Ахунбаев А.А., Абдуразақов А., Хусанбоев М.А. Қуритиш барабани насадкаларидаги материалнинг миқдорини назарий ҳисоблаш	49
Тўхтақўзиёв А., Эргашев М.М., Эшматова Г.Қ. Трубаги ғалтакмоланинг параметрларини асослаш	55
Ахунбаев А.А., Mamarizayev I.M. Mineral o'g'it namunalarning tabiiy qiymatlik burchangini aniqlash	59
Файзиматов Ш.Н., Номанжонов С.Н. Штамплар қисмини юзаларининг кобальт-вольфрам билан коплаш технологиясини маҳсулот сифатига таъсирини тадқиқ қилиш	64
Мадаминава Г.И., Тожиев Р.Ж. Хўл усулда чанг тозаловчи барабанли аппаратда йўқотилган босимларни тажрибавий тадқиқ қилиш	70
Xurramova N.M., Xurramova D.M., Xurramov M.G. Havoni to'liq tozalovchi mahalliy yangi filtrlash materiallarini olish usuli	75
Абдурахимов Х.А. Пахта ёғи ва қоғоз ишлаб чиқариш оқава сувларини тозалаш ва модификацияланган коагулянт-флотаторни олишнинг коагуляция усулини ишлаб чиқиш	80
Комилов Н.М., Икромов И.А. Ток илдизларини кесадиған чуқур юмшаткич исқанаси параметрларини унинг иш кўрсаткичларига таъсири	85
Qobulov J.R., Shermatov E.S. Temir yo'l transportiga shaxsiy sektor vagon va lokomotivlarni kiritish orqali yuk aylanmasini tezlashtirish	89
Тошбеқов О.А., Эрматов Ш.Қ. Дағал жун толаси асосида нотўқима матоларнинг ишлаб чиқариш технологиясини тадқиқ	95

ҚУРИЛИШ

Худайқулов С.И., Худайбердиев Н.Т., Абдуллаев Б.Х. Техноген зилзилаларнинг келиб чиқиши ва гидроиншоотга таъсирини ўрганиш	100
Sattorov Z.M., Isoyev Yu.A Gips bog'lovchilar asosida gips betonning tajriba-sinov tadqiqotlari va xossalari	105

ЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОН ҚУРИЛМАЛАР ВА АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Sultonova M.O. Atmosfera optik aloqa tizimlarining xususiyatlari va qo'llanilishi	111
Xayriddinov B.E., Ergashev Sh.H., Abduraximov J.T. Organik biomassani qayta ishlash natijasida olingan biogazning issiqlik texnik parametrlarini asoslash	116
Тургунов Б.А, Комилов А.О, Собирова К.А, Акбарова М.А. DFB туридаги лазер диодлари ишончлилигини оптик кувватни автоматик назоратлаш усулида тадқиқ қилиш	121
Арипов Н.М., Мирзаахмедов З.Ф., Джаббаров Ш.Б., Раҳмонов Б.Б. Контактли транзиттерларнинг математик моделлаштиришда "з" коди учун моделлаштириш ва микроэлектрон узатгичларни ишлаб чиқиш	128
Рўзиқулов Ғ.Ю., Вардияшвили А.А., Узоқов Ғ.Н., Ибрагимов У.Х., Рўзиқулов А.Ю. Қуёш қуритиш қурулмаларидан фойдаланишнинг замонавий ҳолати таҳлили	132
Xudayberdiyev M.X., Alimqulov N.M. TNM saratonni ifodalovchi ma'lumotlar asosida aniqlash masalasini yechish uchun maqbul algoritmnini tanlash	139

КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯ ВА ЭКОЛОГИЯ

Бекмамадова Г.А. Тўполанг сув омбори ресурсларидан ичимлик суви сифатида фойдаланишни таҳлили	145
Жуманова С.Г., Мухамедгалиев Б.А., Зияева М.А. Орол экологик кризисини хал этиш йўллари	153
Аноров Р.А., Раҳмонов О.К., Усмонов С.Б., Салиханова Д.С., Адизов Б.З. Бурғилаш эритмаси тайёрлашда қўлланиладиган маҳаллий ва чиқинди гилларнинг таркиби ҳамда хусусиятларини ўрганиш	159
Алиев М.Қ., Бекмамадова Г.А. Ўзбекистон Республикасида оқова сувларни тозалаш ва чиқиндиларга ишлов бериш муаммолари ва уларнинг ечими	163
Ko‘charov A.A., Yusupov F.M. Kationitlar olish uchun polivinilxlorid plastikatini modifikatsiyalash jarayonlarining tahlili	171
Хурсандов Б.Ш., Юсупов Ф.М., Кўчаров А.А., Байматова Г.А. Модификацияланган техник олтингургурт асосида олтингургуртли асфалт-бетон тайёрлаш	176
Юсупов С.К., Ёдгаров Н., Юсупов Ф.М., Байматова Г.А. Ангрэн ва Шарғун кўмир конларидан камёб металлларни ажратиб олиш усули	183
Пирматов Н.Б., Паноев А.Т. Қишлоқ хўжалигида қўлланилаётган ем майдалаш қурилмаларининг асинхрон мотори механик характеристикасини ҳисоблаш	187

ИЖТИМОЙ-ИҚТИСОДИЙ ФАНЛАР

Rustamova M.M. To‘kimchilik sanoati kompaniyasi rivojlanishda innovatsiya va investitsiya faoliyati	192
---	-----

ҚИСҚА ХАБАРЛАР

Тиллабаев Б.Ш. Тенгсизликларни аниқ интеграл ёрдамида исботлаш	200
Тожиев. Р.Ж., Исомидинов А.С., Раҳмонов А. Қурилиш материалларини майдалашда олдиндан берилган механик ва термик ишловларни таъсири	202
Yuldashev A.R., Mamajonov A.A., Mahsulot ishlab chiqarishda putur yetkazmasdan sinash	205
Ishmurodov Sh.U., Abdumajidov R.B. Tuproqqa ishlov beruvchi freza ishchi organi	209
Мухаммадсодиқов К.Д., Собиров А. Роторли чанглатувчи аппаратлар ишини тадқиқ қилиш	212
Зокирова И.З. Мойли электр ускуналардаги мойларнинг хусусиятларининг таҳлиллари	216
Зикиров М.С. Шаҳарсозлик лойиҳаларида макетлашнинг роли ва аҳамияти	221
Райимжонова О.С., Эргашев Ш.У., Тиллабоев М.Г. Арсенид галлиили АФН – элементлар	223
Махмудов И.А., Тиллабоев М.Г. Трипли плей хизматлари	227
Аббасов Е.С., Умурзакова М.А. Energetik qurilmalarlarning issiqlik uzatish sirtida ehtimoliy chegaraviy qatlamlarni uzulushini xisoblash	229
Votinov K.A., Pisetskiy Yu.V., Olimova O.S. Weibull taqsimotiga asoslangan tarqatish funksiyasi modeli	233
Abdulkarimov B.A., Solijonov M.V. Quyosh havo isitgichlarining issiqlik ta'minoti quvvatini oshirish texnologiyasini tadqiq qilish	235
Nazirov Z.Sh. Suv tayyorlash tizimida KU-2-8 kationiti qo'llanilishining yangi istiqbollari	238
Михеева А.И. Спортни ривожлантириш – давр талаби	241
Муаллифлар диққатига !	245

СОДЕРЖАНИЕ

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ НАУКИ

Мухамедиева Д.К., Хасанов У.У. Интеллектуализация процессов управления пожарными рисками	9
Насриддинов С.С. Маннанов М.И. Технология механической и химической обработки при создании терморезистивных сенсоров на основе кремния, легированного атомами Ni и Cu	14
Мухамедиева Д.К., Мадрахимов А.Х. Модель распространения популяционных волн по пространству	19

МЕХАНИКА

Мухамедиева Д.Т., Сотволдиев Д., Мирзарахмедова А. Нечеткая модель транспортного спроса	24
Хурмаматов А.М., Хаметов З.М. Результаты изучения некоторые свойства и состава нефтяного шлама	33
Тожиев Р.Ж., Ражабова Н.Р., Рахмонов А. Интенсификация процессов измельчения сырья в технологии производства цемента	38
Шокучкоров К.С., Рахимов Р.В., Рузметов Я.О., Джаббаров Ш.Б. Анализ прочности цельнокатаных колес грузового вагона с учетом остаточного технологического напряжения	45
Тожиев Р.Ж., Ахунбаев А.А., Абдуразаков А., Хусанбоев М.А. Теоретический расчёт количества материала в насадке сушильного барабана	49
Тухтакузиев А., Эргашев М.М., Эшматова Г.К. Обоснование параметров трубчатого катка	55
Ахунбаев А.А., Мамаризаев И.М. Определение естественного угла наклона образцов минеральных удобрений	59
Файзиматов Ш.Н., Номанжонов С.Н. Исследование влияния технологии кобальт-вольфрамового покрытия на качество изделий из поверхностей штампуемой детали	64
Мадаминава Г.И., Тожиев Р.Ж. Экспериментальное исследование потерь давления в барабанных аппаратах мокрой пылеочистки	70
Хуррамова Н.М., Хуррамова Д.М., Хуррамов М.Г. Способ получения новых фильтрующих материалов на отечественной сырьевой базе для тонкой очистки воздуха	75
Абдурахимов Х.А. Разработка коагуляционного способа очистки сточных вод производств хлопкового масла, бумаги и получения модифицированного коагулянта-флотореагента	80
Комилов Н.М., Икромов И.А. Влияние параметров долота глубокорыхлителя для среза корней винограда на показатели его работ	85
Кабулов Д. Р., Шерматов Э.С. Ускорение грузоперевозок за счет внедрения в железнодорожный транспорт частных вагонов и локомотивов	89
Тошбеков О.А., Эрматов Ш.К. Исследование технологии производства нетканых материалов на основе грубошерстяного волокна	95

СТРОИТЕЛЬСТВО

Худайкулов С.И., Худайбердиев Н.Т., Абдуллаев Б.Х. Исследование происхождения техногенного землетрясения и влияния на гидродрост	100
Сатторов З.М., Исоев Ю.А. Экспериментальные исследования и свойства гипсобетона на основе гипсовых вяжущих	105

ЭНЕРГЕТИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Султонова М.О. Особенности и области применения атмосферных оптических систем связи	111
Хайриддинов Б.Э., Эргашев Ш.Х., Абдурахимов Ж.Т. Основа теплотехнических параметров биогаза полученного в результате переработки органической биомассы	116
Тургунов Б.А., Комилов А.О., Собирова К.А., Акбарова М.А. Исследование надежности лазерных диодов типа РОС на основе метода автоматического управления оптическим излучением	121
Арипов Н.М., Мирзаахмедов З.Ф., Джаббаров Ш.Б., Рахмонов Б.Б. Моделирование и разработка микроэлектронных передатчиков для кода "z" при математическом моделировании контактных передатчиков	128
Рузикулов Г.Ю., Вардияшвили А.А., Узоков Ф.Н., Ибрагимов У.Х., Рузикулов А.Ю. Анализ современной ситуации по использованию солнечных сушильных устройств	132
Худайбердиев М.Х., Алимкулов Н.М. Выбор подходящего алгоритма для решения задачи обнаружения на основе информации о раке TNM	139

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

Бекмамадова Г.А. Анализ использования ресурсов туполангского водохранилища в качестве питьевой воды	145
Жуманова С.Г., Мухамедгалиев Б.А., Зияева М.А. Пути снижения последствий экологического кризиса Арала	153
Аноров Р.А., Рахмонов О.К., Усмонов С.Б., Салиханова Д.С., Адизов Б.З. Изучение состава и свойств местных и отработанных глин, используемых при приготовлении бурового раствора ...	159
Алиев М.К., Бекмамадова Г.А. Проблемы очистки сточных вод и обработки сбросов в Республике Узбекистан и пути их решения	163
Кучаров А.А., Юсупов Ф.М. Анализ процессов модификации поливинилхлоридных пластиков с получением катионитов	171
Хурсандов Б.Ш., Юсупов Ф.М., Кучаров А.А., Байматова Г.А. Приготовление асфальтобетона с серой на основе модифицированной технической серы	176
Юсупов С.К., Ёдгаров Н., Юсупов Ф.М., Байматова Г.А. Способ извлечения драгметаллов из углей Ангренского и Шаргунского месторождений	183
Пирматов Н.Б., Паноев А.Т. Расчет механических характеристик асинхронного двигателя установок для измельчения кормов, применяемых в сельском хозяйстве	187

СОЦИАЛЬНО - ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Рустамова М.М. Система управления инновационно - инвестиционной деятельностью предприятий как элемент развития компаний текстильной промышленности	192
--	-----

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Тиллабаев Б.Ш. Доказательство неравенств с использованием определенного интеграла	200
Тожиев. Р.Ж., Исомидинов А.С., Рахмонов А. Влияние предварительной механической и термической обработки на измельчение строительных материалов	202
Юлдашев А.Р., Мамажонов А.А. Неразрушающего контроля на производства продукции	205
Ишмурадов Ш.У., Абдумажидов Р.Б. Рабочий орган почвообрабатывающей фрезы	209
Мухамадсодиқов К.Д., Собиров А. Исследование работы роторных распыливающих аппаратов	212
Зокирова И.З. Масла в масле электрооборудования анализ свойств	216
Зикиров М.С. Роль и значение макетирования в градостроительном планировании	221
Райимжонова О.С., Эргашев Ш.У., Тиллабоев М.Г. Арсенид галлия АФН – элементы	223
Махмудов И.А., Тиллабоев М.Г. Triple Play услуги	227
Аббасов Е.С., Умурзакова М.А. Расчет вероятного отрыва пограничного слоя на теплопередающей поверхности энергетических установок	229
Вотинов К.А., Писецкий Ю.В., Олимова О.С. Модель функции распределения на основе распределения Вейбулла	233
Абдукаримов Б.А., Солижонов М.В. Исследование технологии повышения теплопроизводительности солнечных воздухонагревателей	235
Назирова З.Ш. Перспективы применения нового катионита КУ-2-8 в системах водоподготовки ...	238
Михеева А.И. Развитие спорта – требование времени	241
К сведению авторов !	246

CONTENTS

FUNDAMENTAL SCIENCES

Mukhamedieva D.K., Khasanov U.U. Intellectualization of fire risk management processes	9
Nasriddinov S.S., Mannanov M.I. Mechanical and chemical recycling technology in the creation of thermoresistive sensors based on silicon alloy with Ni and Cu atoms	14
Nasriddinov S.S., Mannanov M.I. Mukhamedieva D.K., Madrakhimov A.Kh. Model of propagation of population waves in space	19

MECHANICS

Muxamedieva D.T., Sotvoldiev D., Mirzaraxmedova A. Fuzzy model of transport demand	24
Khurmamatov A.M., Khametov Z.M. Results of the study of some properties and composition of oil sludge	33
Tozhiev R.Zh., Razhabova N.R., Rakhmonov A. Intensification of raw grinding processes in cement production technology	38
Shokuchkorov K.S., Rakhimov R.V., Ruzmetov Ya.O., Jabbarov Sh.B. Analysis of the strength of solid-rolled wheels of a freight car, taking into account the residual process stress	45
Tozhiev R.Zh., Akhunbaev A.A., Abdurazakov A., Khusanboev M.A. Theoretical calculation of the amount of material in the nozzle of the dryer drum	49
Tukhtakuziev A., Ergashev M.M., Eshmatova G.K. Justification of the parameters of the tube roller	55
Akhunbaev A.A., Mamarizaev I.M. Determination of the natural slope of samples of mineral fertilizers	59
Fayzimatov Sh.N., Nomanjonov S.N. Investigation of the effect of cobalt-tungsten coating technology on the quality of products from the surfaces of the stamped part	64
Madaminova G., Tojiev R. Experimental study of pressure losses in drum machines for wet dust cleaning	70
Khurramova N.M., Khurramova D.M., Khurramov M.G. Way of reception of new filtering materials on domestic raw base for thin clearing of air	75
Abduraximov X.A. Development of a coagulation method for the purification of wastewater from the production of cottonseed oil, paper and the production of a modified coagulant-flotation reagent	80
Komilov N.M., Ikramov I.A. The influence of the parameters of the deep softener cutting the energy roots on its performance indicators	85
Qabulov J.R., Shermatov E.S. Acceleration of freight movement by introducing private sector wagons and locomotives into railway transport	89
Toshbekov O.A., Ermatov Sh.K. Research of Technology of Production of Nonwovens Based on Coarse Wool Felt	95

BUILDING

Khudaikulov S., Khudayberdiev N., Abdullayev B.Kh. Study the origin of man-made earthquakes and their effect on hydraulic infrastructure	100
Sattorov Z.M., Isoev Yu. A. Experimental-test studies and properties of gypsum concrete based on gypsum binders	105

ENERGETICS, THE ELECTRICAL ENGINEERING, ELECTRONIC DEVICES AND INFORMATION TECHNOLOGIES

Sultonova M.O. Features and Applications of free space Optical Communication Systems	111
Khairiddinov B.E., Ergashev Sh.H., Abdurakhimov J.T. Basis of heat technical parameters of biogas obtained as a result of organic biomass recycling	116
Turgunov B.A., Komilov A.O., Sobirova K.A., Akbarova M.A. Research of the reliability of laser diodes of DFB type based on the method of automatic control of the optical radiation	121
Aripov N.M., Mirzaraxmedov Z.F., Djabbarov Sh.B., Rahmonov B.B. Creation of microelectronic pulse and code transmitters and development of their functional scheme	128
Ruzikulov G.Yu., Vardiyashvili A.A., Uzokov G.N., Ibragimov U.Kh., Ruzikulov A.Yu. Analysis of the modern situation on the use of solar drying devices	132
Khudaiberdiyev M.Kh., Alimkulov N.M. Selecting suitable algorithm for solving task detecting from TNM cancer informations	139

CONTENTS

CHEMICAL TECHNOLOGY AND ECOLOGY

Bekmamadova G.A. Analysis of the use of the resources of the tupolanga reservoir as drinking water ...	145
Jumanova S.G., Mukhamedgaliev B.A., Ziyaeva M.A. Ways of the reduction consequence ecological crisis Arala	153
Anorov R.A., Rakhmonov O.K., Usmonov S.B., Salikhanova D.S., Adizov B.Z. Study of the composition and properties of local and waste clays used in the preparation of drilling mud	159
Aliev M.K., Bekmamadova G.A. Problems of wastewater treatment and discharging in the Republic of Uzbekistan and their solution	163
Kucharov A.A., Yusupov F.M. Analysis of modification processes of polyvinyl chloride plastic to obtain cationites	171
Khursandov B.Sh., Yusupov F.M., Kucharov A.A., Baymatova G.A. Preparation of asphalt concrete with sulfur based on modified technical sulfur	176
Yusupov S.K., Yodgarov N., Yusupov F.M., Baimatova G.A. Method for extracting precious metals from coals of Angren and Shargun deposits	183
Pirmatov N.B., Panoev A.T. Calculation of the mechanical characteristics of asynchronous motor of installations of feed grinders used in agriculture	187

SOCIAL AND ECONOMIC SCIENCES

Rustamova M.M. Management system innovation and investment activities of enterprises as an element of development of textile industry companies	192
---	-----

SHORT MESSAGES

Tillabayev B.Sh. Proof of inequalities using an exact integral	200
Tozhiev R.Zh., Isomidinov A.S., Rakhmonov A. Influence of preliminary mechanical and heat treatment on the grinding of building materials	202
Yuldashev A.R., Mamajonov A.A. Non-destructive testing for manufacturing products	205
Ishmuradov Sh.U., Abdumazhidov R.B. Working body of a tillage machine	209
Mukhamadsadikov K.D., Sobirov A. Rotorly vacuum cleaner apparatus sword research session	212
Zokirova I.Z. Oils in oil of electrical equipment properties analysis	216
Zikirov M.S. The role and importance of modeling in urban planning	221
Rayimjonova O.S., Ergashev Sh.U., Tillaboev M.G. Arsenid galliyli afn-elements	223
Maxmudov I.A., Tillaboyev M.G. Triple Play Services	227
Abbasov E.S., Umurzakova M.A. Calculation of the probable boundary layer separation on the heat transfer surface of power plants	229
Votinov K.A., Pisetsky Yu.V., Olimova O.S. Distribution function model based on the Weibull distribution	233
Abdukarimov B.A., Solijonov M.V. Research of the technology for increasing the heat providing capacity of solar air heaters	235
Nazirov Z.Sh. Prospects for application of the new KU-2-8 cation exchanger in water treatment systems	238
Mikheeva A.I. The development of sports is a requirement of the time	241
Information to the authors !	247

НЕЧЕТКАЯ МОДЕЛЬ ТРАНСПОРТНОГО СПРОСА

Д.Т. Мухамедиева¹, Д. Сотволдиев², А. Мирзарахмедова³¹Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства», dilnoz134@rambler.ru²Фискальный институт при Государственном налоговом комитете Республики Узбекистан, sotvoldiyev@umail.uz³Научно-исследовательский институт развития цифровой технологии и искусственного интеллекта (Получена 14.09.2022 г.)

Развитие транспортных сетей является дорогостоящим мероприятием, при этом оно не способно решить все транспортные проблемы. В связи с этим, важную роль приобретает научно обоснованное планирование развития транспортного комплекса в целях повышения качества функционирования транспортной системы, такие как улучшение организации дорожного движения на различных участках сети, оптимизация системы маршрутов общественного транспорта, формирование удобных пересадочных узлов и т.д. Для решения подобных задач в работе рассматривается разработка интеллектуальных транспортных систем и математическое моделирование транспортного спроса. Математическая транспортная модель, в свою очередь, является основой для создания интеллектуальных транспортных систем.

Ключевые слова: математические модели, транспортная сеть, теория нечетких множеств, функция принадлежности, треугольные нечеткие числа, симплексного мультипликатора, модифицированный симплекс, нечеткая транспортная задача

The development of transport networks is costly and cannot solve all transport problems. In this regard, an important role is played by science-based planning for the development of the transport complex in order to improving the quality of the functioning of the transport system, such as improving the organization of traffic in various parts of the network, optimizing the system of public transport routes, creating convenient transfer hubs, etc. To solve such problems, the paper considers the development of intelligent transport systems and mathematical modeling of transport demand. The mathematical transport model, in turn, is the basis for the creation of intelligent transport systems.

Keywords: mathematical models, transport network, fuzzy set theory, membership function, triangular fuzzy numbers, simplex multiplier, modified simplex, fuzzy transport problem

Транспорт тармоқларини ривожлантириши кўп сарф харажат талаб қилади ва шунга қарамасдан барча транспорт муаммоларини ҳал қила олмайдди. Шу муносабат билан транспорт комплексини ривожлантиришининг илмий асосланган режаслаштирилиши муҳим бўлиб, транспорт тизими фаолияти сифатини ошириши, масалан, тармоқнинг турли қисмларида ҳаракатни ташиқил этишини такомиллаштириши, жамоат транспорти йўналишлари тизимини оптималлаштириши, қулай ўтказма маркасларини яратиши ва ҳ.к хизмат қилади. Бундай муаммоларни ҳал қилиши учун мақолада интеллектуал транспорт тизимларини ишлаб чиқиши ва транспорт талабини математик моделлаштириши масалалари кўриб чиқилган. Математик транспорт модели, ўз навбатида, интеллектуал транспорт тизимларини яратиши учун асос бўла олади.

Калим сўзлар: математик моделлар, транспорт тармоғи, норавшан тўпламлар назарияси, аъзолик функцияси, учбурчак норавшан сонлар, симплекс кўпайтмаси, ўзгартирилган симплекс, норавшан транспорт масаласи.

1. Введение. Транспортная модель — математический инструмент, позволяющий строить распределение транспортных потоков по сети. Главная задача подобных математических моделей — определение и прогноз параметров функционирования транспортной сети [1]. К ключевым параметрам следует отнести:

- интенсивности транспортных потоков на элементах сети;
- объемы перевозок в сети общественного транспорта;
- средние скорости движения;
- временные задержки движения и т.д.

Математические модели, применяемые для анализа транспортных сетей, отличаются по решаемым задачам, математическому аппарату, исходным данным и степени

детализации описания движения [2]. Согласно обзорной работе Швецова [1] существует классификация моделей, основанная на видах задач, для решения которых они применяются:

- прогнозные модели;
- имитационные модели;
- оптимизационные модели.

В классе оптимизационных моделей решаются задачи оптимизации маршрутов пассажирских и грузовых перевозок, выработки оптимальной конфигурации сети и др. Методы оптимизации транспортных сетей представляют собой обширную область исследований. Основы этого направления изложены в [3].

Первые транспортные модели появились в 60-х годах XX века в Великобритании, однако до 90-х годов прошлого века они не пользовались популярностью ввиду вычислительной сложности алгоритмов, используемых для создания моделей. Начиная с 90-х годов, появилось множество программных систем, позволяющих решать задачу моделирования на реальных транспортных сетях, что послужило толчком к применению транспортных моделей для управления транспортом в масштабах города и региона. В XXI веке использование транспортных моделей стало мировой тенденцией и неотъемлемой частью управления транспортным комплексом. Практически для всех средних и крупных городов Северной Америки и Европы разработаны и используются такие модели. Модели транспортной сети принято строить не только для городов, но и для агломераций, областей стран и даже частей света. В частности, существуют транспортные модели Германии и Швейцарии, подробно описывающие состояние как внутренних транспортных перемещений по стране, так и внешних перемещений из соседних стран. Существует модель транспортной сети всей Западной Европы [4-5].

Центральной задачей разработки транспортной модели является определение равновесного состояния транспортной системы, т.е. задача о распределении потоков в сети, которая предполагает два основных этапа. На первом этапе оценивается одна, или несколько матриц корреспонденций на основе исходных данных о транспортном потоке и его поведении. Второй этап заключается в распределении матриц перевозок на граф транспортной сети, т.е. в решении задачи о поиске транспортных потоков или задачи транспортного равновесия [6-7].

Задача транспортного равновесия может быть сведена к оптимизационной задаче, в которой ограничения накладываются в зависимости от значений элементов матрицы перевозок [8].

Поиск новых методов при решении задач оптимизации слабо формализуемых процессов вызван наличием процессов и явлений, состояние которых трудно описать методами классической математики в силу их недетерминированности, ненадежности, неполноты и нечеткости исходной информации. Математическая модель задачи оптимизации описывается целевой функцией и ограничениями. Классическое математическое программирование и его разновидности являются в значительной степени нормативной методологией эффективного выбора. Нечеткое же программирование выделяет естественную множественность неточно определенных целей, ограничений и их значений [9]. В задачах математической оптимизации предпочтение между возможными вариантами решений описывается с помощью целевых функций на заданном множестве вариантов. Значения целевой функции описывают оценку каждого варианта, так что варианты с большей предпочтительностью имеют большие значения целевой функции, чем менее предпочтительные. Множество допустимых вариантов в задачах оптимизации описывается с помощью ограничений – уравнений или неравенств, представляющих необходимые связи между вариантами. Результаты анализа значительно зависят от того, насколько адекватно различные факторы реальных систем отражены в описаниях целевой функции и ограничений [10].

Математическая формулировка целевой функции и ограничений в задачах оптимизации обычно включает некоторые параметры. Значения таких параметров зависят от

многих факторов, обычно не включаемых в формулировку задачи. Пытаясь сделать модель более представительной, мы часто вводим в нее сложные связи, делая модель все более громоздкой и аналитически неразрешимой. Нередко такие попытки увеличить «точность» модели практически бесполезны вследствие невозможности точного измерения ее параметров. С другой стороны, модель с фиксированными значениями параметров может быть слишком грубой, поскольку эти значения часто выбираются весьма произвольно [4,5].

2. Материалы и методы

Для получения матрицы перевозок по слоям спроса необходимо решить задачу максимизации функции для каждого слоя спроса

$$\sum_{i,j=1}^n x_{ij} \left(\ln \left(\frac{P_{ij}}{x_{ij}} \right) \right) \rightarrow \max \quad (1)$$

при следующих ограничениях

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n x_{ij} = Q_i, \\ \sum_{i=1}^n x_{ij} = Z_j. \end{cases} \quad (2)$$

Здесь P_{ij} - вероятность совершения перемещений из района i в район j ; x_{ij} матрицы перемещений из района i в район j к.

Задачу (1) - (2) приведем к решению задачи нелинейного программирования в следующем виде [4]:

$$\sum_{i,j=1}^n \frac{\alpha_{1ij}^2}{(\ln P_{ij} + 3/2)} x_{ij}^{-1} + 2x_{ij}^2 + \alpha_{2ij}^2 x_{ij}^3 + \frac{x_{ij}^4}{3} \rightarrow \min$$

при следующих ограничениях

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n x_{ij} = Q_i, \\ \sum_{i=1}^n x_{ij} = Z_j. \end{cases}$$

Таким образом, построена модель транспортного спроса.

В общем виде задана нелинейная модель оптимизации слабо формализуемых процессов при нечетко заданной исходной информации-вектора $\bar{x} = (\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_n)$:

$$\bar{F}(\bar{x}) \Rightarrow \max \quad \bar{x} \in E^n,$$

при ограничениях:

$$\begin{aligned} \bar{h}_i(\bar{x}) &\supseteq H_i; \quad i = \overline{1, m}; \\ \bar{g}_i(\bar{x}) &\subseteq G_i; \quad i = \overline{m+1, p}. \end{aligned}$$

Здесь $\bar{h}_i(\bar{x})$, $\bar{g}_i(\bar{x})$ - множество возможных значений ресурсов, значения нечетких параметров которых описаны в форме нечетких подмножеств с соответствующими функциями принадлежности.

Если функции принадлежности параметров заданы, то после дефаззификации можно получить обычную задачу выпуклого нелинейного программирования:

$$F(x) \Rightarrow \max \quad x \in E^n, \quad (3)$$

при ограничениях:

$$h_i(x) \geq 0; \quad i = \overline{1, m}; \quad (4)$$

$$g_i(x) \leq 0; \quad i = \overline{m+1, p}. \quad (5)$$

Задача нелинейного программирования в общей постановке может быть модифицирована путем записи каждой из нелинейных функций этой задачи двумя первыми числами в соответствующем разложении в ряд Тейлора в окрестности $x^{(k)}$ и сведена к задаче линейного программирования:

$$f_0(x, \gamma) = \{ F(x^{(k)}) + \nabla^r F(x^{(k)})(x - x^{(k)}) \} \Rightarrow \max, x \in E^n \quad (6)$$

при ограничениях:

$$f_i(x, \gamma) = h_i(x^{(k)}) + \nabla^T h_i(x^{(k)})(x - x^{(k)}) \geq 0, \quad i = \overline{1, m}; \quad (7)$$

$$f_i(x, \gamma) = g_i(x^{(k)}) + \nabla^T g_i(x^{(k)})(x - x^{(k)}) \leq 0, \quad i = \overline{m+1, p}. \quad (8)$$

Сходимость этих методов к решению гарантируется, если [20]:

1) $F(x), h_1(x), \dots, h_m(x), g_{m+1}(x), \dots, g_p(x)$ являются непрерывными и дифференцируемыми функциями ;

2) функция $F(x)$ выпуклая, а $\sum h_j^2(x)$ выпуклая в допустимой области D;

3) $g_{m+1}(x), \dots, g_p(x)$ представляют собой вогнутые функции;

4) множество D замкнутое, выпуклое и непустое;

5) все фигурирующие в условиях функции ограничены.

Данную проблему можно интерпретировать как максимаксную модель принятия решения, соответствующую оптимальное решение нечеткой целевой функции с возможностью не ниже заданной.

$$\begin{cases} \sigma_0 \{f_0(x, \gamma) R_0 0\} \rightarrow \max, \\ \mu \{f_i(x, \gamma) = 0\} \geq \alpha_i, \quad i = 1, \dots, m, \\ x \in X. \end{cases}$$

Здесь:

$$\begin{aligned} f_i(x, \gamma) &= \sum_{j=1}^n a_{ij}(\gamma)x_j - b_i(\gamma), \\ f_0(x, \gamma) &= \sum_{j=1}^n a_{0j}(\gamma)x_j - b_0(\gamma). \end{aligned}$$

Данная модель позволяет определить максимальную возможность или необходимость достижения нечеткой цели.

Разработан алгоритм нахождения решения задачи нелинейного программирования:

Список переменных:

$\sigma_\alpha(a_{ij})$ - коэффициент системы ограничений;

$\sigma_\alpha(b_i)$ - константы системы ограничений;

$\sigma_\alpha(b_{ij})$ - элементы базисной обратной матрицы;

$\sigma_\alpha(x_{v(i)}^B)$ - базисные переменные;

$\sigma_\alpha(P_j)$ - симплексный мультипликатор;

$C(0, I)$ - переменная выбора базиса (если переменная N1 входит в базис, то $C(0, I) = 1$, в противном случае $C(0, I) = 0$);

$C(1, I)$ - коэффициенты целевой функции для первого этапа;

$\sigma_\alpha(c_i)$ - коэффициенты целевой функции для второго этапа;

$\sigma_\alpha(SP_j)$ - симплексный критерий;

$\sigma_\alpha(x_{ik}^N)$ - коэффициенты для выражения небазисного вектора A_k через базисный вектор;

$v(i)$ - номера базисных переменных.

Этапы и алгоритмы нахождения решения задачи нелинейного программирования методом линеаризации.

1. Определение исходного допустимого решения задачи.
2. Нахождение градиент функции (3)-(5) в точке допустимого решения.
3. Построение функции (6)–(8) и нахождение ее максимального значения.

Упорядочим процесс итеративных вычислений по методу обратной матрицы (будем считать, что старое базисное решение x_c^B и базисная обратная матрица B_c^{-1} уже найдены) с интервальными коэффициентами. При замене значений вещественных коэффициентов интервалами, а вещественных арифметических операций – интервально-арифметическими, итерационные вычисления будут осуществляться в следующей последовательности:

3.1) вычисление симплексного мультипликатора:

$$\sigma_\alpha(P_j) = \sum_{i=1}^m \sigma_\alpha(c_{v(i)})\sigma_\alpha(b_{ij}^c),$$

3.2) вычисление симплексного критерия:

$$\sigma_\alpha(SP_j) = \sigma_\alpha(PA_j) - \sigma_\alpha(C_j),$$

3.3) определение номера переменной, которую необходимо ввести в базис:

$$\sigma_\alpha(SP) = \max_j \sigma_\alpha(SP_j),$$

3.4) вычисление коэффициентов для выражения необходимого вектора A_k через базисный вектор:

$$\sigma_\alpha(x_{ik}^N) = \sum_{j=1}^m \sigma_\alpha(b_{ij})\sigma_\alpha(a_{ik}),$$

3.5) определение номера переменной, которую необходимо удалить из базиса:

$$\frac{\sigma_\alpha(x_h)}{\sigma_\alpha(x_{hk}^N)} = \min_i \left\{ \frac{\sigma_\alpha(x_i)}{\sigma_\alpha(x_{ik}^N)} \mid \sigma_\alpha(x_{ik}^N) > 0 \right\}.$$

Здесь предполагается, что множества $\left\{ \frac{\sigma_\alpha(x_i)}{\sigma_\alpha(x_{ik}^N)} \mid \sigma_\alpha(x_{ik}^N) > 0 \right\}$ не пересекаются.

3.6) вычисление значений:

$$\sigma_\alpha(b_{ij}^H) = \sigma_\alpha(b_{ij}^C) - \sigma_\alpha(x_{ik}^N)\sigma_\alpha(b_{kj}^H), \quad i \neq h, \quad \sigma_\alpha(b_{hi}^H) = \frac{\sigma_\alpha(b_{hj}^C)}{\sigma_\alpha(x_{hj}^N)},$$

что позволяет выразить новую базисную обратную матрицу через старую;

3.7) новое базисное решение

$$\sigma_\alpha(x_H^B) = (\sigma_\alpha(x_{v(1)}^B), \sigma_\alpha(x_{v(2)}^B), \dots, \sigma_\alpha(x_{v(k)}^B), \dots, \sigma_\alpha(x_{v(m)}^B))$$

вычисляется аналогичным образом:

$$\sigma_\alpha(x_{v(i)}^B) = \sigma_\alpha(x_{v(i)}^B) - \sigma_\alpha(x_{ik}^N)\sigma_\alpha(x_h^B), \quad i \neq h; \quad \sigma_\alpha(x_h^B) = \frac{\sigma_\alpha(x_h^C)}{\sigma_\alpha(x_{hj}^N)}.$$

Новое базисное решение $x_{vi}^B \in \sigma_\alpha(x_{v(i)}^B)$ задачи (6)-(8) является оптимальным, если множества $\sigma_\alpha(SP_j)$ не пересекаются и $\sigma_\alpha(SP_j) \geq 0$.

4. Определение шага вычислений.

5. Нахождение компоненты нового допустимого решения.

6. Проверка необходимости перехода к последующему допустимому решению. В случае необходимости переходят к этапу 2, в противном случае найдено приемлемое

решение исходной задачи.

3. Результаты

При моделировании в нечеткой форме реальных задач принятия решений в распоряжении исследователя - математика могут оказаться лишь нечеткие описания функций \bar{F}, \bar{g} и входящих в них параметров, а также самого множества \bar{X} . В этом случае задача стандартного математического программирования будет представлена как задача нечеткого математического программирования.

Вычислительный эксперимент проведен для задачи нечеткого математического программирования, заданной в следующей постановке.

Пусть задана нелинейная модель оптимизации при нечеткой исходной информации:

$$\bar{F} = \bar{c}_1 \bar{x}_1 + \bar{c}_2 \bar{x}_2 + \bar{c}_3 \bar{x}_1^2 + \bar{c}_4 \bar{x}_2^2 \Rightarrow \max \quad (9)$$

при ограничениях:

$$\begin{cases} \bar{g}_1 = \bar{a}_{11} \bar{x}_1 + \bar{a}_{12} \bar{x}_2 + \bar{a}_{13} \bar{x}_1^2 + \bar{a}_{14} \bar{x}_2^2 \subset K_1 \\ \bar{g}_2 = \bar{a}_{21} \bar{x}_1 + \bar{a}_{22} \bar{x}_2 + \bar{a}_{23} \bar{x}_1^2 + \bar{a}_{24} \bar{x}_2^2 \subset K_2 \end{cases} \quad (10)$$

Здесь: $\bar{x} = \{\bar{x}_1, \bar{x}_2\}$ - нечеткие альтернативы, $K = \{y \in R^2, y \leq b\}$ - заданное выпуклое подмножество пространства R^2 , $\bar{c}_j, \bar{a}_{ij}, j = \overline{1,4}; i = \overline{1,2}$ - коэффициенты, являющиеся нечеткими величинами, представляемыми обычно в виде нечетких множеств с заданными функциями принадлежности $\mu_{\bar{c}_j}(c_j)$ ($\bar{c}_j \subset C_j$), $\mu_{\bar{a}_{ij}}(a_{ij})$ ($\bar{a}_{ij} \subset A_{ij}$), $\mu_{\bar{b}}(b)$ ($\bar{b} \subset B$). Используя различные операции дефаззификации над нечеткими множествами \bar{c}_j, \bar{a}_{ij} (интегрирования, суммирования, осреднения и др.), можно получить конкретные значения коэффициентов $c_j, a_{ij}, j = \overline{1,4}; i = \overline{1,2}$. Тогда, введя их в (9) вместо нечетких коэффициентов и записав ограничение в виде соответствующих неравенств, исходную задачу сведем к следующему виду:

$$F = c_1 x_1 + c_2 x_2 + c_3 x_1^2 + c_4 x_2^2 \Rightarrow \max; \quad (11)$$

$$\begin{cases} g_1 = a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + a_{13} x_1^2 + a_{14} x_2^2 \leq b_1 \\ g_2 = a_{21} x_1 + a_{22} x_2 + a_{23} x_1^2 + a_{24} x_2^2 \leq b_2 \end{cases} \quad (12)$$

Заметим, что в силу нечеткости описания коэффициентов \bar{c}_j, \bar{a}_{ij} и \bar{b} оценка любой альтернативы $x \in X$ (и, соответственно, значения функции F при $x \in X$) представляет собой нечеткое подмножество числовой оси базового множества X .

Пусть значения коэффициентов \bar{c}_j, \bar{a}_{ij} и их оценок \bar{b}_i заданы в виде следующих нечетких величин: \bar{c}_1 примерно равно 2, \bar{c}_2 примерно равно 4, \bar{c}_3 примерно равно -1, \bar{c}_4 примерно равно -2, \bar{a}_{11} примерно равно 1, \bar{a}_{12} примерно равно 2, \bar{a}_{13} примерно равно 1, \bar{a}_{14} примерно равно 1, \bar{a}_{21} примерно равно 2, \bar{a}_{22} примерно равно -1, \bar{a}_{23} примерно равно 2, \bar{a}_{24} примерно равно 2, \bar{b}_1 среднее, \bar{b}_2 высокое.

Используя операции дефаззификации суммирования над нечеткими множествами \bar{c}_j, \bar{a}_{ij} и \bar{b}_i получим конкретные значения коэффициентов $c_j, a_{ij}, b_i, j = \overline{1,4}; i = \overline{1,2}$.

В результате наша задача примет следующий вид:

$$F = 2,0008x_1 + 4,1x_2 - x_1^2 - 2,0008x_2^2 \Rightarrow \max \quad (13)$$

при условиях:

$$\begin{cases} g_1 = x_1 + 2,0008x_2 + x_1^2 + x_2^2 \leq 8,0002 \\ g_2 = 2,0008x_1 - x_2 + 2,0008x_1^2 + 2,0008x_2^2 \leq 12,0004 \\ x_1, x_2 \geq 0. \end{cases} \quad (14)$$

Методом линеаризации найдем решение задачи, состоящей в определении максимального значения функции (13) при условиях (14).

Решение задачи (13)-(14):

Найдем градиент функции:

$$\nabla F = \left(\frac{\partial F}{\partial x_1}; \frac{\partial F}{\partial x_2} \right) = (2,0008 - 2x_1; 4,1 - 4,0016x_2),$$

$$\nabla g_1 = \left(\frac{\partial g_1}{\partial x_1}; \frac{\partial g_1}{\partial x_2} \right) = (1 + 2x_1; 2,0008 + 2x_2),$$

$$\nabla g_2 = \left(\frac{\partial g_2}{\partial x_1}; \frac{\partial g_2}{\partial x_2} \right) = (2,0008 + 4,0016x_1; -1 + 4,0016x_2).$$

В качестве исходного допустимого решения задачи возьмем точку $X^{(0)} = (0,0)$, а в качестве критерия оценки качества получаемого решения - неравенство $|F(X^{(k+1)}) - F(X^{(k)})| < \varepsilon$, где $\varepsilon = 0,01$.

В точке $X^{(0)} = (0,0)$ градиент, $\nabla F(X^{(0)}) = (2,0008; 4,1)$, $\nabla g_1(X^{(0)}) = (1; 2,0008)$, $\nabla g_2(X^{(0)}) = (2,0008; -1)$.

Итерация. Находим максимум функции:

$$F_1 = 2,0008x_1 + 4,1x_2$$

при условиях:

$$\begin{cases} x_1 + 2,0008x_2 \leq 8,0002 \\ 2,0008x_1 - x_2 \leq 12,0004 \end{cases}$$

Эту задачу линейного программирования решаем с помощью модифицированного симплекс алгоритма и получаем оптимальный план $Z^{(0)} = (0, 4.1)$.

Найдем новое допустимое решение исходной задачи по формуле:

$$X^{(1)} = X^{(0)} + \lambda_1(Z^{(0)} - X^{(0)}),$$

где $0 \leq \lambda_1 \leq 1$.

Подставив вместо $X^{(0)}$ и $Z^{(0)}$ их значения, получим:

$$\begin{cases} x_1^{(1)} = 0 + \lambda_1 \cdot 0 \\ x_2^{(1)} = 0 + \lambda_1 \cdot 4.1 \end{cases}$$

Определим λ_1 .

$$F(\lambda_1) = 16,81\lambda_1 - 33,62\lambda_1^2.$$

Найдем производную этой функции по λ_1 и приравняем ее нулю:

$$F'(\lambda_1) = 16,81 - 67,24\lambda_1.$$

Решая это уравнение, получим $\lambda_1 = 0,2501$. Таким образом, $X^{(1)} = (0,1)$, $F(X^{(1)}) = 2,0008$, $|F(X^{(1)}) - F(X^{(0)})| = 2,0008 > \varepsilon = 0,01$. Перейдем к следующей итерации.

За три итерации находим решение – оптимальный план

$$X^{(3)} = (0.99528, 0.98321).$$

При решении этой же задачи методом множителей Лагранжа найденный оптимальный план исходной задачи имеет вид $X^* = (1,1)$. Точка $X^{(3)} = (0.99528, 0.98321)$ находится достаточно близко к точке максимального значения целевой функции $X^* = (1,1)$. Задав меньшую величину ε , можно было, совершив

дополнительные приближения, еще ближе подойти к точке максимального значения целевой функции.

Если значения коэффициентов \bar{c}_j , \bar{a}_{ij} и их оценок \bar{b}_i заданы в виде следующих нечетких величин: \bar{c}_1 примерно равно 1, \bar{c}_2 примерно равно 1, \bar{c}_3 примерно равно -1, \bar{c}_4 примерно равно -2, \bar{a}_{11} примерно равно -1, \bar{a}_{12} примерно равно 1, \bar{a}_{13} примерно равно 1, \bar{a}_{14} примерно равно 1, \bar{a}_{21} примерно равно 1, \bar{a}_{22} примерно равно -1, \bar{a}_{23} примерно равно 2, \bar{a}_{24} примерно равно 2, \bar{b}_1 низкое, \bar{b}_2 низкое, то наша задача примет следующей вид:

Максимизировать целевую функцию

$$f(x) = x_1 + x_2 \rightarrow \max \quad (15)$$

на множестве $D \subseteq X$, определяемом системой ограничений

$$\begin{cases} -x_1 + x_2 \subset K_1, \\ x_1 - x_2 \subset K_2. \end{cases} \quad (16)$$

Будем использовать систему построчных ограничений по возможности. Исходные параметры будем моделировать нормальными распределениями. Тогда мы перейдем к возможностной постановке задачи, состоящей в оптимизации целевой функции (15) на множестве D , определяемом системой

$$\begin{cases} \mu\{a_{11}(\gamma)x_1 + a_{12}(\gamma)x_2 = 0\} \geq \alpha, \\ \mu\{a_{21}(\gamma)x_1 + a_{22}(\gamma)x_2 = 0\} \geq \alpha, \end{cases} \quad (17)$$

где параметры $a_{12}, a_{21} = N(1, b)$, $a_{11}, a_{22} = N(-1, b)$. Зафиксируем уровень возможности α и коэффициент нечеткости b . Рассмотрим $f_i(x, \gamma) = a_{i1}(\gamma)x_1 + a_{i2}(\gamma)x_2$, $i=1,2$. Здесь $f_1(x, \gamma) = N(-x_1 + x_2, b(x_1 + x_2))$, $f_2(x, \gamma) = N(x_1 - x_2, b(x_1 + x_2))$.

4. Обсуждение. По определению функции принадлежности

$$\mu_{f_i(x,\gamma)}(0) = \exp\left(-\frac{1}{b^2} \frac{(x_1 - x_2)^2}{(x_1 + x_2)^2}\right).$$

Зададим возмущения исходных нечетких параметров. Тогда вместо задачи (15), (16) получим задачу оптимизации (15) на множестве D^ε

$$\begin{cases} \mu\{a_{11}(\gamma)x_1 + a_{12}^\varepsilon(\gamma)x_2 = 0\} \geq \alpha, \\ \mu\{a_{21}^\varepsilon(\gamma)x_1 + a_{22}(\gamma)x_2 = 0\} \geq \alpha, \end{cases} \quad (18)$$

где $a_{12}^\varepsilon, a_{21}^\varepsilon = N(1 + \varepsilon, b)$, $a_{11}, a_{22} = N(-1, b)$. В этом случае распределение возможностей принадлежности точек $x \in X$ множеству допустимых решений D^ε имеет вид:

$$\mu_{D^\varepsilon}(x) = \min_i \{\mu_{f_i^\varepsilon(x,\gamma)}(0)\} = \exp\left(-\frac{((1 + \varepsilon) \max\{x_1, x_2\} - \min\{x_1, x_2\})^2}{b^2 (x_1 + x_2)^2}\right).$$

График функции $\mu_{D^\varepsilon}(x)$ и функции $\min_i \{\mu_{f_i^\varepsilon(x,\gamma)}(0)\}$, иллюстрирующей поведение распределения каждого возмущенного ограничения, отображены при параметрах $b=0.5$, $\varepsilon=0.3$ на рисунке 1 и при $\varepsilon=0.9$ на рисунке 2.

Нетрудно видеть, что увеличение возмущения параметров ограничений понижает возможность принадлежности точек $x \in X$ множеству D^ε . При $\varepsilon=0$ результат $\mathfrak{R}^0 = 2$ достигается в точке $(1, 1)$ с возможностью 1.

5. Заключение

В работе описывается сведение задачи транспортного равновесия к вариационному неравенству и оптимизационной задаче. Рассматриваются методы решения задачи поиска равновесных потоков. Вводится понятие матрицы корреспонденций, и обозреваются различные подходы к ее оцениванию. Изложенный подход описания моделей нелинейных задач оптимизации, основанный на экспертных представлениях их в виде нечетких величин (т.е. в виде множеств, а не точечных

величин), позволяет лицу, принимающему решение, разобраться в смысле (семантике) целевой функции и ограничений решаемой задачи оптимизации слабоформализуемых процессов при наличии неопределенностей различного типа в исходной информации.

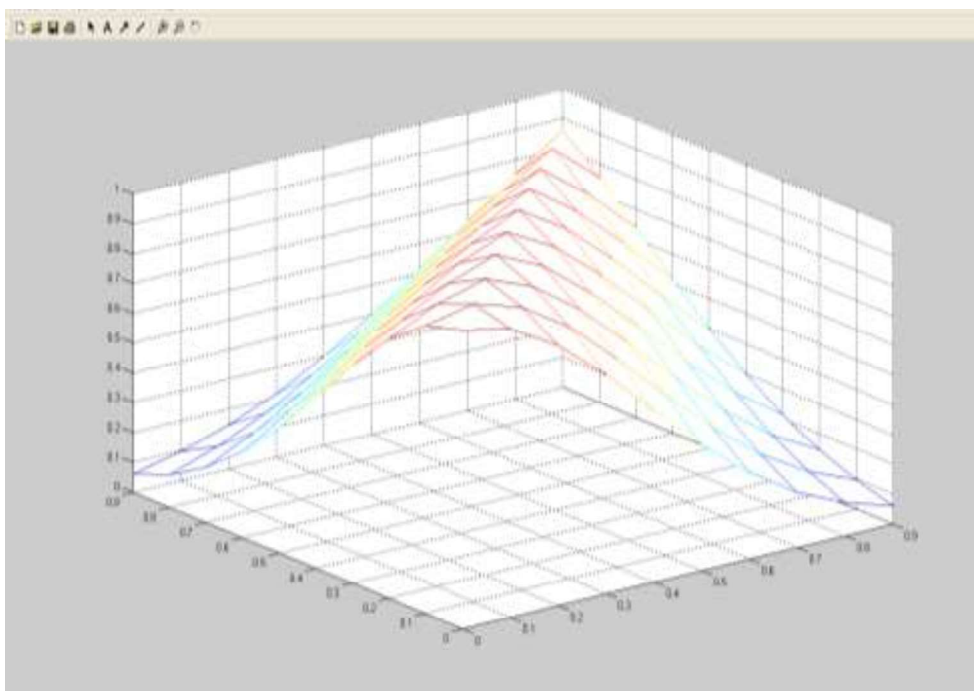


Рис.1. Функция принадлежности при $\varepsilon = 0,3$.

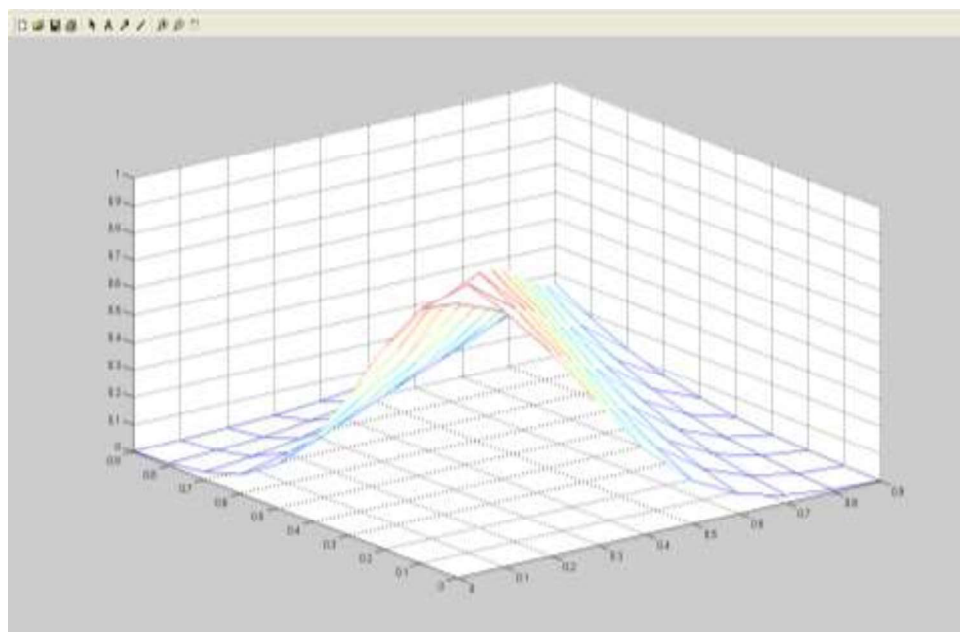


Рис.2. Функция принадлежности при $\varepsilon = 0,9$.

Это, в свою очередь, дает возможность описывать модель исследуемой задачи (целевую функцию и ограничений) в виде нечетко-множественных выражений, т.е. описывать задачу в виде «мягких» моделей.

Вместе с тем, следует отметить, что предлагаемый подход и алгоритм решения задачи нелинейной оптимизации использует процедуры классического математического программирования. Поэтому поиски разумного сочетания идей и алгоритмов классического и нечеткого математического программирования позволят найти новые, более эффективные методы решения сложных задач оптимизации в условиях неопределенностей как во внешней, так и внутренней среде оптимизируемых процессов.

Список литературы

- [1]. Швецов, В.И. Математическое моделирование транспортных потоков/ В.И. Швецов // Автоматика и телемеханика. – 2003. – № 11. – С. 3–46.
- [2]. Ortuzar, J.D., Willumsen, L.G. Modeling Transport. 4th Edition. / J.D. Ortuzar, L.G. Willumsen. USA: John Wiley & Sons Ltd, 2011. – 581 p.
- [3]. Еремин, С.В. Интеллектуальная система для стратегического управления пассажирским комплексом Красноярска и агломерации / С.В. Еремин, А.А. Теселкин, К.В. Хабарова, В.И. Хабаров // Бюллетень транспортной информации: Журнал. – 2013. – № 2 (212). – С. 9-13.
- [4]. Якимов, М.Р. Транспортное планирование: создание транспортных моделей городов: монография. – М.: Логос, 2013. – 188 с.
- [5]. Теселкин, А.А. Статистические подходы к оценке транспортных корреспонденций по данным наблюдений // «Наука. Технологии. Инновации». Сборник научных трудов: в 9 ч. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2016. – Часть 2. – С. 244-246.
- [6]. H. Bast, S. Funke, P. Sanders, and D. Schultes, Fast routing in road networks with transit nodes. Science 316 (2007), no. 5824, 566.
- [7]. K. Madduri, D.A. Bader, J. W. Berry, and J. R. Crobak, An experimental study of a parallel shortest path algorithm for solving large-scale graph instances, 2007 Proceedings of the Ninth Workshop on Algorithm Engineering and Experiments (ALENEX), New Orleans, Louisiana, January 2007.
- [8]. Egamberdiev, N., Mukhamedieva, D., Khasanov, U. Presentation of preferences in multi-criterional tasks of decision-making Journal of Physics: Conference Series, 2020, 1441(1),
- [9]. Muhamediyeva, D.T. Particle swarm method for solving the global optimization problem using the equilibrium coefficient. Journal of Physics: Conference Series, 2020, 1441(1), 012153
- [10]. Muhamediyeva, D.T. Fuzzy cultural algorithm for solving optimization problems Journal of Physics: Conference Series, 2020, 1441(1), 012152.

УДК 665.66.061.354

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВА И СОСТАВА
НЕФТЯНОГО ШЛАМА**

А.М. Хурмаматов, З.М. Хаметов

*O'zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi, Umumiy va noorganik kimyo instituti,
Farg'ona politexnika instituti
(Получена 25.07.2022 г.)*

Maqolada VPJ tipidagi viskozimetr yordamida kinematik yopishqoqlikni, azeotrop distillash orqali suv miqdorini, lampali usul bilan oltingugurt miqdorini, nefteshlamini tozalashdan keyin mexanik aralashmalar miqdorini aniqlash bo'yicha eksperimental tadqiqotlar natijalari keltirilgan.

Kalit so'zlar: *neft shلامي, chiqindi suv, kinematik yopishqoqlik, nefteshlam zichligi, distillat.*

В статье, приведены результаты экспериментальных исследований по определению кинематической вязкости при помощи вискозиметра типа ВПЖ, содержания воды методом азеотропной перегонки, содержания серы методом сжигания лампы, содержания механических примесей после очистки нефтяного шлама.

Ключевые слова: *нефтешлам, сточных вод, кинематической вязкости, плотность нефтешламов, дистиллят.*

The article presents the results of experimental studies to determine the kinematic viscosity using a VPZh type viscometer, the water content by azeotropic distillation, the sulfur content by the lamp combustion method, the content of mechanical impurities after cleaning oil sludge.

Keywords: *oil sludge, waste water, kinematic viscosity, oil sludge density, distillate.*

Настоящее время одной из актуальнейших на сегодняшний день является проблема обработки, утилизации и обезвреживания нефтешламов, накопленных в амбарах-накопителях нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих предприятий. Существенные загрязнения окружающей среды происходят от разливов нефти, сброса сточных вод, сжигания или захоронения нефтяных отходов. На нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих предприятиях нефтяные шламы образуются в процессе добычи и переработки нефти, а также очистки сточных вод, которые представляют собой смесь