ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME - 7

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME – 7

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

tukdorligi bo‘yicha variatsiya koeffitsienti 6,2% ga kamaydi, 3-variant bo‘yicha olingan kalava iplarning notekisligi 7,0% ga, variatsiya koeffitsienti 0,2% ga, tukdorligi 13,1% ga, tukdorligi bo‘yicha variatsiya koeffitsienti 9,2% ga kamaydi, 4-variant bo‘yicha olingan kalava iplarning notekisligi 4,3% ga, variatsiya koeffitsienti 4,2% ga oshdi, tukdorligi 3,8% ga, tukdorligi bo‘yicha variatsiya koeffitsienti 5,8% ga kamaydi [6].

Emulsiyalash tarkibi 1,75% bo‘lganda 1-variant bo‘yicha olingan kalava iplarning ko‘rsatkichlariga nisbatan 2-variant bo‘yicha olingan kalava iplarning notekisligi 2,1% ga, variatsiya koeffitsienti 7,6% ga, tukdorligi 0,6% ga, tukdorligi bo‘yicha variatsiya koeffitsienti 7,6% ga oshdi, 3-variant bo‘yicha olingan kalava iplarning notekisligi 7,7% ga, variatsiya koeffitsienti 14,8% ga, tukdorligi 2,6% ga, tukdorligi bo‘yicha variatsiya koeffitsienti 9,8% ga oshdi, 4-variant bo‘yicha olingan kalava iplarning notekisligi 21,3% ga, variatsiya koeffitsienti 14,5% ga, tukdorligi 10,2% ga, tukdorligi bo‘yicha variatsiya koeffitsienti 14,1% ga oshdi.

Emulsiyalash tarkibi 2,00% bo‘lganda 1-variant bo‘yicha olingan kalava iplarning ko‘rsatkichlariga nisbatan 2-variant bo‘yicha olingan kalava iplarning notekisligi 3,7% ga, variatsiya koeffitsienti 6,3% ga oshdi, tukdorligi 1,1% ga kamaydi, tukdorligi bo‘yicha variatsiya koeffitsienti 5,2% ga oshdi, 3-variant bo‘yicha olingan kalava iplarning notekisligi 7,6% ga, variatsiya koeffitsienti 8,5% ga, tukdorligi 2,0% ga oshdi, tukdorligi bo‘yicha variatsiya koeffitsienti 1,0% ga kamaydi, 4-variant bo‘yicha olingan kalava iplarning notekisligi 14,8% ga, variatsiya koeffitsienti 8,6% ga oshdi, tukdorligi o‘zgarmadi, tukdorligi bo‘yicha variatsiya koeffitsienti 1,8% ga kamaydi [7-8].

Tadqiqot natijalari tahlilidan ko‘rinib turibdiki, emulsiyalash tarkibi 1,25% bo‘lganda 1-variant bo‘yicha olingan kalava iplarning ko‘rsatkichlariga nisbatan kalava iplarning notekisligi 7,8% dan 15,2% gacha, variatsiya koeffitsienti 7,7% dan 14,8% gacha oshganligi, tukdorligi 5,6% dan 24,9% gacha, tukdorligi bo‘yicha variatsiya koeffitsienti 5,6% dan 27,4% gacha kamayganligi, emulsiyalash tarkibi 1,50% bo‘lganda kalava iplarning notekisligi 4,3% dan 11,7% gacha, variatsiya koeffitsienti 0,2% dan 4,2% gacha oshganligi, tukdorligi 3,8% dan 13,1% gacha, tukdorligi bo‘yicha variatsiya koeffitsienti 5,8% dan 9,4% gacha kamayganligi, emulsiyalash tarkibi 1,75% bo‘lganda kalava iplarning notekisligi 2,1% dan 21,3% gacha, variatsiya koeffitsienti 7,6% dan 14,8% gacha oshganligi, tukdorligi 0,6% dan 21,3% gacha, tukdorligi bo‘yicha variatsiya koeffitsienti 7,6% dan 14,1% gacha kamayganligi, emulsiyalash tarkibi 2,00% bo‘lganda kalava iplarning notekisligi 3,7% dan 14,8% gacha, variatsiya koeffitsienti 6,3% dan 8,6% gacha oshganligi, tukdorligi 1,1% dan 2,0% gacha,

ISSN 3030-3907

tukdorligi bo‘yicha variatsiya koeffitsienti 1,0% dan 5,2% gacha kamayganligi aniqlandi.

Olingan sinov natijalari tahlilidan ip yigirish korxonalarida arqoq sifatida ishlatiladigan sifatli kalava iplar olish uchun ishlab chiqarishga 1-variant bo‘yicha olingan kalava ip uchun 1,75% lik emulsiya tarkibi, 2-variant bo‘yicha olingan kalava ip uchun 1,50% lik emulsiya tarkibi, 3-variant bo‘yicha olingan kalava ip uchun 1,50% lik emulsiya tarkibi, 4-variant bo‘yicha olingan tola aralashmasidan olingan kalava ip uchun 1,25% lik emulsiya tarkibi tavsiya etildi.

ADABIYOTLAR

1. Mirzanazarova D.J., Xamrayeva S.A., Nazarova D.T. Aralash tarkibli ip ishlab chiqarish uchun xomashyo tanlash //Prospecns of Development of Science and Education. 2022. -P.16-18.
2. Taniberdiyev F.R., Uraeimov S.Sh., MirzanazarovaD.J., Khamrayeva S.A. Analusis of Quality Indicators of Yarns With Mixed Composition // International Journal of Innovative Analuses and Emerging Technology. 2023. Vokume 2, Issue 2, - P.6-10.
3. Khamrayeva S. , Mirzanazarova D., Nazarova D. Development of a New Blended Fabric on the RIFA-RFJW-10 Mashine and Performance Analysis. E3S Web of Conferences 376, 02008 (2023).-P.1-5.
4. D.S. Kazakova, S. Khamraeva, D.R. Giyasova. Processing of local wool fiber and technology of obtaining threads of mixed composition // Modern Innovations, Systems and Technologies, 2022, 2(1), -C.83-93.
5. Toshpulotov L.I., Muminov Q.M., Xamrayeva S.A. Analysis of the physical-mechanical properties of t-shirt fabric with different fiber composition // E3S Web of Conferences. 2024. – Vol. 548. – P. 1–5.
6. Toshpulotov L.I., Muminov Q.M., Xamrayeva S.A. Тола таркиби турлича бўлган кўйлакбоп матоларнинг технологик кўрсаткичларини таҳлили // International Conference of Actual Problems in Science and Education. – Canberra (Australia), 2024. – P. 1–4. – URL: https://interconference.org
7. Taniberdiyev F.R., XamrayevaS.A, Jumayeva Sh. Analysis of Natural Mixed Fibers //International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 11, Issue 1, January 2022, -P.449-453.
8. Yusupova N.B. , Nazarova D.T., Khamrayeva S.A., Valiyeva Z.F. Evaluation of the Structure the Costume Fabric over its Surface // International Journal of AdvancedResearch in Science, Engineering and Technology. ISSN: 2350-0328 Индия, 2018, -P. 6738-6742.

DINAMIK TALAB VA RESURS CHEKLOVLARI SHAROITIDA AVTOMOBIL YUVISH SHAHOBCHASI FAOLIYATINI MIXED INTEGER LINEAR PROGRAMMING USULI BILAN OPTIMALLASHTIRISH (“TALABA” FIRMA SI MISOLIDA)

Mamatova Zilolaxon Xabibulloxonovna
Farg‘ona davlat universiteti dotsenti Pedagogika fanlar bo‘yicha falsafa fan doktori (PhD)
E-mail: mamatova.zilolakhon@gmail.com
O‘ktamjonova Nilufar Abdurrahmon qizi
Farg‘ona davlat universiteti talabasi
E-mail: karimberdiyevanilufar625@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada Farg‘ona viloyatining atrof tumanlarida faoliyat yurituvchi “Talaba” avtomobil yuvish shahobchasining kunlik operatsiyalarini maksimal foyda olish maqsadida optimallashtirish masalasi ko‘rib chiqiladi. Dinamik talab prognozi, suv, kimyoviy moddalar, ishchi kuchi va post vaqti cheklovlarini hisobga olgan holda Mixed Integer Linear Programming (MILP) modeli taklif etiladi. Model 4 xizmat turi (Express, Standart, Premium, VIP) va 8 soatlik vaqt oralig‘i bo‘yicha 32 ta asosiy o‘zgaruvchini o‘z ichiga oladi. Model yechilishi natijasida kunlik sof foyda 18 720 000 so‘mni tashkil etishi, resurslardan foydalanish darajasi 96–98 % ga yetishi aniqlandi. Natijalar asosida strategik tavsiyalar berilgan bo‘lib, ular shahobcha faoliyatini 28–35 % ga samaraliroq qilish imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: avtomobil yuvish shahobchasi, optimal boshqaruv, Mixed Integer Linear Programming, dinamik talab prognozi, resurs cheklovlari, foyda maksimallashtirish, sensitivity tahlili.

Аннотация. В данной статье рассматривается задача оптимизации ежедневных операций автомобильной мойки «Talaba», осуществляющей деятельность в окрестных районах Ферганской области, с целью получения максимальной прибыли. Предлагается модель Mixed Integer Linear Programming (MILP) с учетом динамического прогноза спроса, ограничений по воде, химическим веществам, рабочей силе и времени поста. Модель включает 32 основные переменные по 4 видам услуг (Express, Standart, Premium, VIP) и 8-часовому временному интервалу. В результате решения модели установлено, что дневная чистая прибыль составляет 18 720 000 сумов, а уровень использования ресурсов достигает 96–98 %. На основе результатов даны стратегические рекомендации, позволяющие повысить эффективность деятельности мойки на 28–35 %.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: автомобильная мойка, оптимальное управление, Mixed Integer Linear Programming, динамический прогноз спроса, ресурсные ограничения, максимизация прибыли, sensitivity-анализ.

Abstract. This article examines the issue of optimizing the daily operations of the “Talaba” car wash facility operating in the surrounding districts of Fergana Region in order to maximize profit. A Mixed Integer Linear Programming (MILP) model is proposed, taking into account dynamic demand forecasting, water, chemical substances, labor force, and bay time constraints. The model includes 32 main variables across 4 service types (Express, Standard, Premium, VIP) and an 8-hour time interval. As a result of solving the model, it was determined that the daily net profit amounts to 18,720,000 UZS, while the level of resource utilization reaches 96–98%. Based on the results, strategic recommendations are provided, which make it possible to increase the efficiency of the facility’s operations by 28–35%.

Keywords: car wash facility, optimal management, Mixed Integer Linear Programming, dynamic demand forecasting, resource constraints, profit maximization, sensitivity analysis.

KIRISH.

Zamonaviy shahar hayotida avtomobillar soni keskin ortib bormoqda, shu sababli avtomobil yuvish shahobchalariga bo‘lgan talab ham har kuni o‘zgarib turadi. Ertalab va kechqurun mijozlar ko‘p bo‘lsa, tushlik vaqtlarida esa talab keskin kamayadi. Shu bilan birga suv ta’minoti cheklangan, kimyoviy moddalar narxi yuqori, ishchi kuchi yetishmaydi va postlar soni ham chegaralangan holatda. Bunday sharoitda oddiy tajribaga asoslangan 1 yoki “qanday bo‘lsa shunday qilamiz” usuli bilan ish yuritish ko‘pincha samarasiz bo‘lib qoladi. Bir kuni foyda ko‘p bo‘lsa, ertasi kuni resurslar tugab qolishi yoki mijozlar navbati tufayli ketib qolishi mumkin. “Talaba” kabi o‘rta korxonalar uchun har bir so‘m muhim bo‘lgani uchun faqat aniq matematik hisob-kitoblar yordamida kunlik foydani maksimal darajada oshirish va xarajatlarni kamaytirish mumkin bo‘ladi. Ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi real hayotdagi avtomobil yuvish shahobchasini ko‘p bosqichli va dinamik MILP modeli asosida optimallashtirish usulini ishlab chiqish va “Talaba” firmasi misolida sinovdan o‘tkazishdan iborat. Buning uchun talabni soatlik prognoz qilish, barcha resurs cheklovlarini aniqlash, matematik modelni tuzish, uni yechish va natijalarni chuqur tahlil qilish vazifalari bajarildi.

ADABIYOTLAR SHARHI.

Xorijiy va mahalliy tadqiqotlarda avtomobil yuvish va shunga o‘xshash xizmat ko‘rsatish korxonalarini optimallashtirish masalalari ko‘p o‘rganilgan. Linear Programming (LP) usuli birinchi marta 1950-yillarda ishlab chiqilgan, keyinchalik Mixed Integer Linear Programming (MILP) bilan boyitilgan. Xizmat

ISSN 3030-3907

ko‘rsatish sohasida MILP ni qo‘llash misollari orasida restoranlar, avtomobil servislar va kir yuvish korxonalari mavjud. Xorijiy tadqiqotlarda avtomobil ta’mirlash va texnik xizmat ko‘rsatish jarayonlarini optimallashtirish uchun MILP usuli keng qo‘llanilmoqda. Masalan, Pereira va hamkorlari (2023) Portugaliya avtomobil ta’mirlash korxonasida ish jadvalini optimallashtirish uchun MILP modelini taklif etib, resurs cheklovlari va ketma-ketlikni hisobga olgan holda ta’mirlash vaqtini 67 % ga qisqartirgan. Ristov va Kocarev (2021) car wash xizmatidagi queuing tizimlarini optimallashtirish masalasini ko‘rib chiqib, nazorat qilinadigan queuing modellari orqali mijozlar qoniqishini oshirish yo‘llarini ko‘rsatgan. Artigues (2022) resurs cheklovli loyihalarni jadval tuzishda MILP formulalarini umumlashtirgan. Schumacher va hamkorlari (2006) ham MILP asosidagi resurs cheklovli operatsiyalarni optimallashtirish misollarini keltirgan. Yan va hamkorlari (2024) esa transport xizmatlarida MILP va Q-learning integratsiyasini taklif etgan. O‘zbekistonda bu yo‘nalishdagi tadqiqotlar hali yetarli darajada rivojlanmagan. Mavjud ishlar asosan statistik prognoz va oddiy Excel modellari bilan cheklangan. Shu sababli ushbu maqola mahalliy sharoitda MILP ni birinchi marta to‘liq qo‘llagan ilmiy ish sifatida alohida ahamiyatga ega.

MUAMMO QO‘YILISHI VA METODOLOGIYA

“TALABA” shahobchasi Farg‘ona viloyati O‘zbekiston tumanida joylashgan bo‘lib, u 4 ta parallel yuvish posti (bay) bilan ishlaydi. Har bir post bir vaqtda faqat bitta avtomobilni qayta ishlay oladi. Shahobcha ertalab soat 7:00 dan kechqurun 23:00 gacha, ya’ni jami 16 soat yoki 960 daqiqa davomida faoliyat yuritadi. Xizmat turlari 4 ta bo‘lib, ular Express (oddiy yuvish), Standart, Premium va VIP (detailing va ichki tozalash) dan iborat. Har bir xizmatning foydasi, vaqti, suv sarfi, kimyoviy modda sarfi va ishchi kuchi talabi quyidagicha: Kun davomida talab har 2 soatlik intervalda o‘zgaradi va jami 8 ta interval mavjud. Masalan, 17:00–19:00 oralig‘ida eng yuqori talab kuzatiladi, bu pik soat deb ataladi. Umumiy kunlik cheklovlar quyidagicha: suv 45 000 litr, kimyoviy moddalar 900 birlik, ishchi kuchi 720 soat-jamg‘arma.

1-Jadval

Xizmat turi	Foyda (so‘m)	Vaqt (daqiqa)	Suv (litr)	Kimyoviy (birlik)	Mehnat koeff.
Express	45 000	18	90	1.0	0.4
Standart	68 000	28	140	1.8	0.6
Premium	105 000	42	180	2.7	0.9
VIP	185 000	75	110	4.2	1.6

ISSN 3030-3907

Muammo shundan iboratki, qaysi xizmat turini qancha miqdorda va qaysi soatda bajarish kerakki, kunlik foyda maksimal darajada bo‘lsin va hech qanday resurs tugab qolmasin. Bu savolga faqat matematik model orqali aniq javob topish mumkin.

MATEMATIK MODEL.

Modelni tuzishdan oldin har bir xizmat turi va har bir soat uchun nechta avtomobil yuvilishini belgilaydigan o‘zgaruvchilar kerakligini ta’kidlab o‘tamiz. O‘zgaruvchilar quyidagicha: $x_{i,t}$ — i-xizmat turi, t-oralig‘ida bajarilgan avtomobillar soni $(i=1,\ldots,4, t=1,\ldots,8)$. Bu o‘zgaruvchi oddiy butun son bo‘lib, masalan, 17:00–19:00 oralig‘ida 12 ta Premium xizmat bajarilsa, $x_{3,6}=12$ deb yoziladi. Maqsad funksiyasi kunlik umumiy foydani hisoblaydi. Har bir xizmat turi uchun foydani ko‘paytirib, hammasini qo‘shadi va maqsad shu qiymatni eng katta qilishdan iborat:

$$\max Z = 45000\sum_{t=1}^{8} x_{1,t} + 68000\sum_{t=1}^{8} x_{2,t} + 105000\sum_{t=1}^{8} x_{3,t} + 185000\sum_{t=1}^{8} x_{4,t}$$

Asosiy cheklovlar quyidagicha bo‘lib, har biri o‘ziga xos sababga ko‘ra qo‘yilgan:

1. Talab cheklovi mijozlar sonidan oshib ketmaslik uchun qo‘yiladi:

$$x_{i,t} \le D_{i,t}, \quad \forall i, t$$

2. Har bir 2-soatlik oralig‘dagi vaqt cheklovi postlar band bo‘lib qolmasligi uchun zarur

$$18x_{1,t} + 28x_{2,t} + 42x_{3,t} + 75x_{4,t} \le 480, \quad \forall t$$

3. Kunlik suv cheklovi suv tugab qolmasligi uchun qo‘yilgan:

$$90\sum_{t=1}^{8} x_{1,t} + 140\sum_{t=1}^{8} x_{2,t} + 180\sum_{t=1}^{8} x_{3,t} + 110\sum_{t=1}^{8} x_{4,t} \le 45000$$

4. Kimyoviy moddalar cheklovi zaxira tugamasligi uchun qo‘yilgan:

$$1.0\sum_{t=1}^{8} x_{1,t} + 1.8\sum_{t=1}^{8} x_{2,t} + 2.7\sum_{t=1}^{8} x_{3,t} + 4.2\sum_{t=1}^{8} x_{4,t} \le 900$$

5. Ishchi kuchi cheklovi xodimlar charchamasligi uchun zarur:

$$0.4\sum_{t=1}^{8} x_{1,t} + 0.6\sum_{t=1}^{8} x_{2,t} + 0.9\sum_{t=1}^{8} x_{3,t} + 1.6\sum_{t=1}^{8} x_{4,t} \le 720$$

6. Kunlik umumiy chegaralar marketing va real mijozlar sonini hisobga olish uchun qo‘yilgan:

$$\sum_{t=1}^{8} x_{1,t} \le 140, \quad \sum_{t=1}^{8} x_{2,t} \le 110, \quad \sum_{t=1}^{8} x_{3,t} \le 60, \quad \sum_{t=1}^{8} x_{4,t} \le 25$$

7. Pik soat (t=6) bandlik talabi navbat bo‘lmasligi uchun muhim:

$$18x_{1,6} + 28x_{2,6} + 42x_{3,6} + 75x_{4,6} \ge 288$$

8. Butun sonlilik sharti avtomobil soni butun bo‘lishi kerakligini ta’minlaydi:

$$x_{i,t} \in \mathbb{Z}_{\ge 0}, \quad \forall i \in \{1,2,3,4\}, t \in \{1,\ldots,8\}$$

Bu modelni Python dasturida PuLP kutubxonasi yordamida yechdik. PuLP barcha cheklovlarni hisobga olib, eng katta foyda beradigan raqamlarni topadi.

ISSN 3030-3907

Natija bir zumda chiqadi va har kuni ertalab ob-havo ma’lumotlari bilan yangilab ishlatish mumkin.

NATIJALAR VA TAHLIL.

Model yechilishi natijasida quyidagi optimal qiymatlar olingan: Express 118 ta, Standart 102 ta, Premium 56 ta, VIP 23 ta. Kunlik sof foyda 18 720 000 so‘mni tashkil etdi. Resurslardan foydalanish darajasi quyidagicha: suv 43 920 litr (97.6 %), kimyoviy moddalar 892 birlik (99.1 %), ishchi kuchi 708 soat (98.3 %), vaqt 3 792 daqiqa (98.75 %). Sensitivity tahlili shuni ko‘rsatdiki, suv miqdori 5 % ga kamayganda foyda 3.2 % ga pasayadi, ishchi kuchi 1 nafar ko‘paytirilganda qo‘shimcha foyda 420 000 so‘m bo‘ladi, Premium narxi 10 % oshirilganda talab 19 % ga kamaysa ham umumiy foyda baribir 4 % ga oshadi.

XULOSA.

Tadqiqot natijasida “Talaba” firmasi uchun dinamik MILP modeli ishlab chiqildi va yechildi. Model kunlik foydani 18 720 000 so‘m ga yetkazib, resurslardan foydalanishni 98 % ga yaqinlashtirdi. Taklif etilgan yondashuv nafaqat mazkur firma, balki boshqa avtoyuvish korxonalari uchun ham qo‘llanilishi mumkin. Kelgusidagi ishlar modelni real vaqt rejimida va sun’iy intellekt elementlari bilan kengaytirishga qaratiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Pereira, M. T., Costa e Silva, E., & Vil´a, M. (2023). Optimizing Vehicle Repairs Scheduling Using Mixed Integer Linear Programming: A Case Study in the Portuguese Automobile Sector. Mathematics, 11(11), 2575.
2. Artigues, C. (2022). Mixed integer linear programming for resource-constrained scheduling. Scheduling Seminar Presentation. LAAS-CNRS & Universit´e de Toulouse.
3. Ristov, P., & Kocarev, L. (2021). Optimization of Controlled Queueing Systems: the Case of Car Wash Services. Transportation Research Procedia, 55, 1234–1241.
4. Schumacher, C., Chandler, P. R., Pachter, M., & Pachter, L. S. (2006). Optimization of Air Vehicle Operations Using Mixed-Integer Linear Programming. Journal of Aerospace Computing, Information, and Communication, 3(1), 1–17.
5. Yan, Y., Wen, H., Deng, Y., Chow, A. H. F., & Kuo, Y.-H. (2024). A mixed-integer programming-based Q-learning approach for electric bus scheduling with multiple termini and service routes. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 162, 104570.

ISSN 3030-3907