

# AGROBIZNES, FAN VA TEKNOLOGIYALAR

АГРОБИЗНЕС, НАУКА  
И ТЕХНОЛОГИИ

AGRIBUSINESS,  
SCIENCE AND  
TECHNOLOGY

ILMIY - AMALIY  
ELEKTRON JURNAL

№ 083688



ISSN: 3060-5245

TOSHKENT - 2025



## BOSH MUHARRIR

**Oblomuradov Narzullo Naimovich** – iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), prof.

### Bosh muharrir o‘rinbosarlari:

**Islamov Soxib Yaxshibekovich** – qishloq xo‘jaligi fanlari doktori (DSc), prof.

**Sultonov Kamoliddin Sadriddinovich** – qishloq xo‘jaligi fanlari doktori (DSc), prof.

**Farmonov To‘lqin Xayitmuradovich** – iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), prof.

### Muharrir:

**Beglayev Uchqun Xurramovich** – iqtisodiyot fanlari falsafa doktori, dotsent

### Tahrir hay‘atining xalqaro a‘zolari:

**Kusainov Xalel Xaymullayevich** – iqtisodiyot fanlari doktori, professor (Qozog‘iston davlat texnologiya universiteti)

**Vilija Aleknevičienė** – iqtisodiyot fanlari doktori, professor (Universitet Vitovta Velikogo)

**Gilbert Ludwig** – professor, (Jamk University of Applied Sciences)

**Bobojonov Ixtiyor Baxtiyorovich** – iqtisodiyot fanlari doktori, (Germaniyaning Leybnits nomidagi Markaziy Osiyoda qishloq xo‘jaligini rivojlantirish instituti (IAMO))

**Daiva Makutenė** – professor, (Vitautas Magnus universiteti, Litva)

**Xaitboyeva Nargiza Alikulovna** – iqtisodiyot fanlari doktori, dotsent (Tojikiston davlat huquq, biznes va siyosat universiteti)

### Tahrir hay‘ati:

#### 08.00.00-Iqtisodiyot fanlari:

**Gulyamov Saidasror Saidaxmedovich** – i.f.d. (DSc), prof.

**Saidov Muxammad-Ali Xakimovich** – i.f.d. (DSc), prof.

**Rustamova Iroda Baxramjanovna** – i.f.d. (DSc), prof.

**Ochilov Ilhom Sayitqulovich** – i.f.d. (DSc), prof.

**Askarov Nazimjon Niyozovich** – i.f.d. (DSc), prof.

**Abduvasikov Abduaziz Abdulazizovich** – i.f.n, prof.

**Mamadiyarov Dilshad Uralovich** – i.f.n, dots.

**Achilov Mashrab Ulug‘bekovich** – i.f.f.d. (PhD), dots.

**Galimova Feryuza Rafikovna** – i.f.n, dots.

**Odilova Dilnozaxon Barnayevna** – i.f.f.d. (PhD), dots.

**Yangiboyev Dilshod G‘ulomovich** – i.f.f.d. (PhD).

**Tojiboyeva Nafisa Raxmiddin qizi** – i.f.f.d. (PhD).

**Mardiyev Nurali** – i.f.n, dots.

**Kuvnakov Xaydar Kasimovich** – i.f.n, dots.

**Siddikov Zaxid Tulkunovich** – i.f.n, v.b.prof.

**Saidova Dildora Nurmatovna** – i.f.n, dots.

**Roziqov Jahongir Mustaqim o‘g‘li** – i.f.f.d. (PhD), dots.

**Boltayev Nurali Shiramatovich** – i.f.f.d. (PhD), dots.

**Dexkanova Nilufar Sagdullayevna** – i.f.f.d. (PhD), dots.

#### 06.00.00-Qishloq xo‘jaligi fanlari:

**Shokirov Alisher Djuraboyevich** – q.x.f.d. (DSc), prof.

**Mardanov Husniddin Xolbozorovich** – q.x.f.d. (DSc).

**Abdiyev Fozil Rashidovich** – q.x.f.d. (DSc).

**Sattorov Maqsud Axtamovich** – q.x.f.d. (DSc).

**Yuldashov Nurbek Ergashovich** – v.f.d. (DSc).

**Xalilov Ilhom Mamatkulovich** – b.f.d. (DSc), k.i.x.

**Xalmirzayev Dilmurad Kamilovich** – q.x.f.d. (DSc), dots.

**Namazov Ixtiyor Choriyevich** – q.x.f.d. (DSc), prof.

**Eshonqulov Jamoliddin Saporboy o‘g‘li** – q.x.f.d. (DSc), dots.

**Abdullayev Anvar Kodirullayevich** – b.f.n., k.i.x.

**Atabayev Ma‘ruf Maxmudovich** – q.x.f.n., prof.

**Muxammadov Yo‘ldoshbek Akmal o‘g‘li** – q.x.f.f.d. (PhD).

**Safarov Asqar Asadullayevich** – q.x.f.f.d. (PhD), dots.

**Mustafakulov Davron Mamatqulovich** – q.x.f.f.d. (PhD), dots.

**Kasimov Botir Sadriddinovich** – q.x.f.f.d. (PhD).

**Maxmudova Shaxnoza Abdufattaxovna** – q.x.f.f.d. (PhD), dots.

**Elboboyev Abdug‘ani Shuxrat o‘g‘li** – q.x.f.f.d. (PhD).

**Akramov Umiddilla Ikramdjanovich** – q.x.f.n., dots.

## MUASSIS

Toshkent davlat agrar universiteti

## ALOQA UCHUN MA‘LUMOTLAR

Manzil: Toshkent viloyati, Qibray tumani, Universitet ko‘chasi, 2-uy.

Jurnalning telegram manzili:

[t.me/agrobiznes\\_elektronjurnal](https://t.me/agrobiznes_elektronjurnal)

E-mail: [licht-1989@mail.ru](mailto:licht-1989@mail.ru)

Jurnalning rasmiy sayti:

<https://www.agrobiznesjournal.uz>

Tel: +(998) 93 439 30 00

### Jurnalning ilmiyligi:

Ma‘lumot uchun, OAK Rayosatining 30.11.2024-yildagi №364/5-sonli qarori bilan 08.00.00-Iqtisodiyot fanlari bo‘yicha, 08.05.2025-yildagi №370/5-sonli qarori bilan 06.00.00-Qishloq xo‘jaligi fanlari bo‘yicha “Dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxati”ga kiritilgan.

**Elektron nashr, 853 sahifa.**  
E‘lon qilishga 2025-yil 30-dekabrda ruxsat etildi.



## MINTAQADA OZIQ-OVQAT MAHSULOTLARI TA'MINOT ZANJIRINI OPTIMAL TARTIBGA SOLISH METODOLOGIYASINI TAKOMILLASHTIRISH MODELLARI

**BEKJANOV DILMURAD YO'LDASHOVICH**

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti  
Biznes va boshqaruv kafedrası mudiri, PhD, dotsent

E-mail: [dilmurad.bekjanov@urdu.uz](mailto:dilmurad.bekjanov@urdu.uz)

<https://orcid.org/0000-0002-8851-2240>

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada mintaqada oziq-ovqat mahsulotlari ta'minot zanjirini optimal tartibga solish metodologiyasini takomillashtirishning optimallashtirish modellari keng yoritilgan bo'lib, unda oziq-ovqat mahsulotlari ta'minot zanjirini har bir bosqichlaridagi o'zaro bogliqliklar aniqlangan va bu jarayonlar matematik tenglamalar asosida ifodalangan. Bu optimallashtirish modellari orqali oziq-ovqat mahsulotlari ishlab chiqaruvchilar, qayta ishlovchilar, sotuvchilar va iste'molchilar o'rtasidagi munosabatlarning ko'p bosqichli modellari metodologik jihatdan takomillashtirilgan.

**Kalit so'zlar:** oziq-ovqat mahsulotlari ta'minot zanjiri, optimal tartibga solish, optimallashtirish modellari, qayta ishash texnologiyasi, iste'molchilar.

**Аннотация.** В данной статье широко освещены модели оптимизации совершенствования методологии оптимального регулирования цепочки поставок продовольственных товаров в регионе, в которых определены взаимосвязи на каждом этапе цепочки поставок продовольственных товаров и эти процессы выражены на основе математических уравнений. С помощью этих моделей оптимизации методологически усовершенствованы многоуровневые модели взаимоотношений между производителями, переработчиками, продавцами и потребителями продуктов питания.

**Ключевые слова:** цепочка поставок пищевых продуктов, оптимальное регулирование, модели оптимизации, технология переработки, потребители.

**Abstract.** This article extensively covers optimization models for improving the methodology of optimal regulation of the food supply chain in the region, in which the interrelationships at each stage of the food supply chain are determined, and these processes are expressed on the basis of mathematical equations. Through these optimization models, multi-stage models of relations between food producers, processors, sellers, and consumers have been methodologically improved.

**Keywords:** food supply chain, optimal regulation, optimization models, processing technology, consumers.

### KIRISH

Oziq-ovqat mahsulotlari sanoatida iste'molchilarning yangi mahsulotlarga bo'lgan ehtiyoji yangi qayta ishlash texnologiyalarini joriy etishni talab qiladi. Shu

bilan birga, texnologik taraqqiyot mahsulotlar ishlab chiqarishda innovatsiyalarini joriy qilishga imkon beradigan qayta ishlashning yangi texnologiyalarini tadbiq qilinishiga olib keladi. Bunda mahsulot dizayni va qayta ishlash texnologiyalari ham mos keladigan oziq-ovqat mahsulotlari ta'minot zanjiri tuzilmalariga kiritilishi kerak. Yangi mahsulot dizaynlari, texnologiyalari va ta'minot zanjirlari o'rtasidagi bu bog'liqlikni boshqarish mahsulot va qayta ishlash texnologiyalarining hayotiy sikllari qisqarib borayotgan bugungi iqtisodiyotning asosiy muammosilar biri hisoblanadi. Masalan, iste'molchilarning ekologik toza mahsulotga bo'lgan talablariga javoban oziq-ovqat mahsulotlari sanoatida yangi qadoqlash texnologiyalarini joriy etdi, bu esa butun ta'minot zanjirida o'zgarishlarni bo'lishiga sabab bo'ladi. Xuddi shunday misolni sanoatning boshqa tarmoqlari bo'yicha oladigan bo'lsak, elektr harakatchanlikka bo'lgan talabning ortishi nafaqat yangi tortish batareyalarini, balki kompozit materiallardan tayyorlangan korpus qismlarini ham ishlab chiqishga bo'lgan talabni oshishiga sabab bo'ladi. Bu jarayon avtomobilsozlik sanoatini qayta shakllantirmoqda, chunki yangi mahsulot dizaynlari yangi ishlab chiqarish texnologiyalarini, shuningdek, yangi ta'minot zanjirlarini talab qiladi.

Qayta ishlash texnologiyasini tanlashni oziq-ovqat mahsulotlari ta'minot zanjiri qarorlari bilan birlashtirish bo'yicha ko'plab ilmiy tadqiqot ishlari bo'yicha adabiyotlar mavjud. Ushbu tadqiqot ishlari mahsulot dizayni bo'yicha qarorlar qabul qilinishini nazarda tutadi. Lekin buyumlarning konstruksiyalari va ishlov berish texnologiyalari bir-biriga bog'liq bo'g'liqligi sababli bu muammoni hal qilish uchun iqtisodchilar, mahsulot dizaynerlari, muhandis-texnologlar va ta'minot zanjiri mutaxassislarini o'z ichiga olgan fanlararo yondashuv talab etiladi. Ushbu fanlarning har biri mahsulotning potensial xususiyatlari, shuningdek, tegishli qayta ishlash texnologiyalari va ta'minot zanjirlari haqidagi ma'lumotlarni o'z ichiga olgan bo'lishi lozim. Bunda ta'minot zanjirini boshqarish talabning noaniqligi tufayli yanada murakkablashadi. Talabning xususiyatlari ma'lum bo'lishidan ancha oldin, sezilarli investitsiyalar to'g'risida qaror qabul qilish kerak. Ayniqsa, yangi mahsulotlarning o'zlashtirilishini oldindan aytish qiyin hisoblanadi. Talabning umumiy hajmidan tashqari, ayniqsa, xaridorlar talab qilayotgan mahsulotning aniq tavsifi ko'pincha noma'lum bo'ladi. Biroq, bu mahsulot aralashmasining noaniqligini boshqa mahsulot dizaynlariga o'zgartirish imkoniyatiga ega bo'lgan qayta ishlash texnologiyalarini tanlash orqali hal qilish mumkin.

### **MAVZUGA OID ADABIYOTLAR SHARHI**

Biz tadqiqot ishimizda avval iqtisodiyotning sanoat tarmoqlarida ishlab chiqarish jarayonlarini loyihalash, texnologiyalarni tanlash va ta'minot zanjiri qarorlari bilan bog'liq deterministik va stoxastik yondashuvlarning qisqacha sharhini keltirib o'tamiz. Ushbu yondashuvlar bu bo'yicha xorijiy olimlar tomonidan tadqiq qilingan mavzuga mos va eng dolzarb ahamiyatli ishlar 1-jadvalda umumlashtirilgan holda keltirilgan. Shuningdek, bizning yondashuvimiz oziq-ovqat mahsulotlari sanoatida qo'llanilganligi sababli miqdoriy operatsiyalarni boshqarish usullarini oziq-ovqat mahsulotlarning o'ziga xos xususiyatlar bilan bog'lagan holda ko'rib chiqamiz.

## 1-jadval

**Ta'minot zanjirida texnologiya tanlashga oid deterministik va stoxastik yondashuvlar sharhi**

| Mualliflar                               | Sanoat sohasi | Metod    | Yondashuv     | Mahsulot dizayni | Texnologiyani tanlash | Ta'minot zanjiri qarorlari |
|------------------------------------------|---------------|----------|---------------|------------------|-----------------------|----------------------------|
| Hugo va Pistikopoulos (2005) [1]         | Kimyo         | Mo-MILP  | Deterministik | –                | X                     | X                          |
| Corsano va Montagna (2011) [2]           | Kimyo         | MILP     | Deterministik | –                | X                     | X                          |
| Corsano va b. (2011) [3]                 | Kimyo         | MINLP    | Deterministik | –                | X                     | X                          |
| You va b. (2012) [4]                     | Kimyo         | Mo-MILP  | Deterministik | –                | X                     | X                          |
| Quaglia va b. (2012) [5]                 | Oziq-ovqat    | MINLP    | Deterministik | –                | X                     | X                          |
| You va Grossmann (2008) [6]              | Kimyo         | Mo-MINLP | Stoxastik     | –                | X                     | X                          |
| Guillén-Gosálbez va Grossmann (2009) [7] | Kimyo         | Mo-MINLP | Stoxastik     | –                | X                     | X                          |
| Guillén-Gosálbez va Grossmann (2010) [8] | Kimyo         | Mo-MINLP | Stoxastik     | –                | X                     | X                          |
| Gebreslassie va b. (2012) [9]            | Kimyo         | Mo-MILP  | Stoxastik     | –                | X                     | X                          |
| Kostin va b. (2012) [10]                 | Kimyo         | Mo-MILP  | Stoxastik     | –                | X                     | X                          |
| Ruiz-Femenia va b. (2013) [11]           | Kimyo         | Mo-MILP  | Stoxastik     | –                | X                     | X                          |

Manba: muallif ishlanmasi.

Yuqoridagi jadvalda keltirilgan ilmiy-tadqiqot ishlarining beshtasi deterministik yondashuvlarga asoslangan. Corsano va Montagna (2011) kimyo sanoati uchun zavodlar va ta'minot zanjirini bir vaqtning o'zida loyihalash yondashuvini ishlab chiqishgan bo'lib, ular saqlash baklarini ajratish va birlik o'lchamlarini aniqlash kabi jarayonlarni loyihalash bo'yicha qarorlar va ta'minot zanjiri uchun rejalashtirish qarorlari matematik chiziqli dasturlash (MILP) modeliga birlashtirishgan. Xuddi shunday, Corsano va boshqalar (2011) bioetanol ta'minot zanjiri uchun zavod va ta'minot zanjirining barqaror dizayni bir vaqtning o'zida amalga oshiriladigan butun sonli chiziqli bo'lmagan dasturlash (MINLP) modelini ishlab chiqishgan. You va boshqalar (2012) selluloza etanol ta'minot zanjirlarini loyihalash uchun ko'p maqsadli aralash butun sonli chiziqli dasturlash (Mo-MILP) modelini taqdim etadilar. Tarmoq dizayni, texnologiyani tanlash, ishlab chiqarishni rejalashtirish va logistika boshqaruvi bo'yicha qarorlar qabul qilinadi. Bundan tashqari, model hayot aylanishini baholash va kirish-chiqish tahlillari bilan birlashtirilgan. Hugo va Pistikopoulos (2005) ham kimyoviy ta'minot zanjiri uchun qayta ishlash texnologiyalarini tanlash uchun MoMILP modelini ishlab chiqdilar. Ularning modelida kapital qo'yilmalarning sof joriy qiymati atrof-muhitga ta'sirni minimallashtirish bilan birga maksimal darajada oshiriladi. Oziq-ovqat mahsulotlari sanoatidan olingan yagona tadqiqot Quaglia va boshqalarda (2012) ilmiy tadqiqot ishida keltirilgan. Ular o'simlik yog'i ishlab chiqarish sanoatidan olingan amaliy tadqiqot uchun qayta ishlash tarmoqlarini sintez qilish va loyihalash uchun MINLP modelini ishlab chiqishgan bo'lib, unda tadbirkorlik

faoliyati bilan bog'liq jihatlar (masalan, moliyaviy mezonlar va ta'minot zanjiri) va muhandislik jihatlar (masalan, qayta ishlash sharoitlari va qayta ishlash texnologiyasini loyihalash) hisobga olinadi.

Noaniqlik sharoitida ta'minot zanjirini rejalashtirish muammolari keng o'rganilgan bo'lib, bizning maqolamizda ishlab chiqilgan modelga tegishli oltita stoxastik yondashuv yoritilgan. You va Grossmann (2008) talab noaniqligi sharoitida moslashuvchan ta'minot zanjirlarini loyihalash va rejalashtirish uchun Mo-MINLP modelini ishlab chiqdilar. Bunda noaniqlik ehtimollik modeli yordamida hal qilinadi, noaniq parametrlar ma'lum ehtimollik taqsimotiga ega o'zgaruvchilar sifatida ko'rib chiqiladi. Model polistirol ta'minot zanjiriga qo'llaniladi. Guillén-Gosálbez va Grossmann (2009) da stoxastik Mo-MINLP modeli ham ishlab chiqilgan. Model hayotiylik sikli aylanishi inventarizatsiyasida noaniqlik bilan texnologiya tanlovini o'z ichiga olgan barqaror kimyoviy ta'minot zanjirini loyihalash bilan shug'ullanadi. Ushbu tadqiqot Guillén-Gosálbez va Grossmann (2010) da atrof-muhitga zarar yetkazish modeli parametrlaridagi noaniqlik uchun kengaytirilgan. Shuningdek, Ruiz-Femenia va boshqalar (2013) Guillén-Gosálbez va Grossmann (2009) tomonidan o'tkazilgan tadqiqotni talab noaniqliklarini hisobga olgan holda kengaytiradilar.

Gebreslassie va boshqalar. (2012) talab va taklif noaniqliklari sharoitida uglevodorod biomahsulot qayta ishlash zavodlarining ta'minot zanjiri uchun ikki bosqichli stoxastik modelni ishlab chiqishgan, shu bilan birga ular tadqiqot ishida xavflarni boshqarishni ham hisobga olishgan. Kostin va boshqalar (2012) da talab noaniqligi sharoitida ishlab chiqarish va saqlash inshootlarining quvvatini kengaytirish bilan bioetanol ta'minot zanjiri dizayni ko'rib chiqishgan.

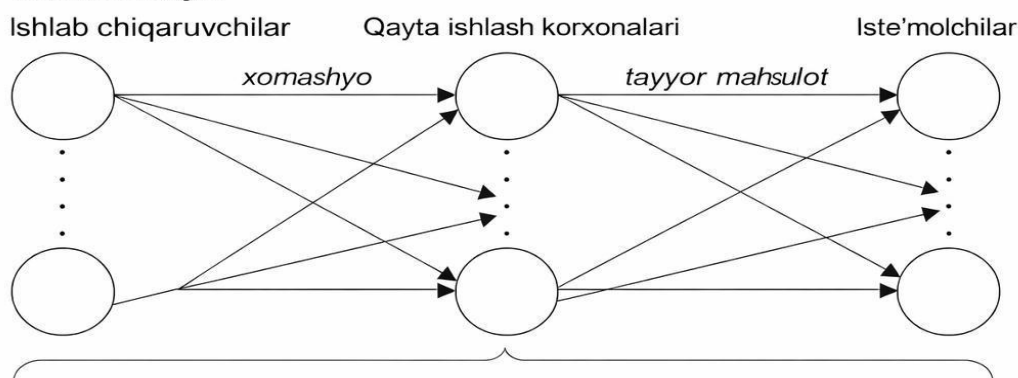
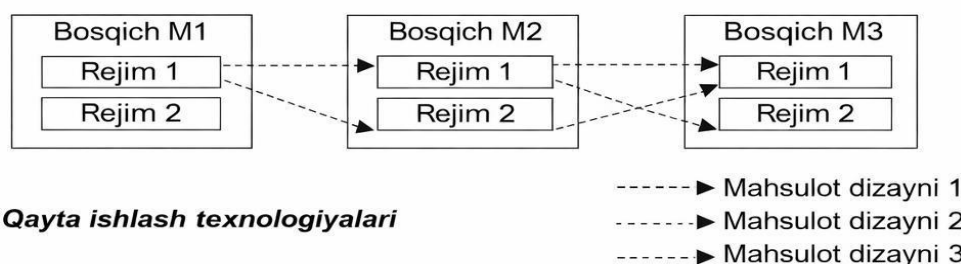
### **TADQIQOT METODOLOGIYASI**

Ushbu maqolada qiyosiy tahlil, induksiya va deduksiya, matematik dasturlash va optimallashtirish usullaridan foydalanildi. Shuningdek xorijiy olimlarning ilmiy tadqiqot ishlari tizimlashgan meta tahlil asosida o'rganildi.

### **TAHLIL VA NATIJALAR**

Tadqiqot ishida uchta shakldan tashkil topgan oziq-ovqat mahsulotlari ta'minot zanjiri modeli ko'rib chiqiladi. Bunda ishlab chiqaruvchilar xomashyoni qayta ishlash zavodlariga jo'nata dilar, u yerda u tayyor mahsulotga aylantiriladi va keyin iste'molchilarga jo'natiladi. Qayta ishlash zavodlarida mumkin bo'lgan texnologik jarayonlar tarmog'i xom ashyoni turli xususiyatlarga ega tayyor mahsulotlarga aylantirishdan iborat. Bu rasmning pastki qismida ko'rsatilgan. texnologik yo'l bir nechta o'zaro bog'liq qayta ishlash bosqichlaridan iborat, masalan, M1-M2-M3 va M1-M3 bosqichlari ikkita texnologik yo'lni ifodalaydi. Har bir texnologik yo'l uskunani qayta ishlash bosqichlarida turli rejimlarda ishga tushirish orqali bir nechta mahsulotlarni ishlab chiqarishi mumkin, natijada turli xil mahsulot dizaynlari paydo bo'ladi.



**Ta'minot zanjiri****Qayta ishlash texnologiyalari****Qayta ishlash texnologiyalari**

-----► Mahsulot dizayni 1  
 -----► Mahsulot dizayni 2  
 -----► Mahsulot dizayni 3

Manba: muallif ishlanmasi.

### 1-rasm. Oziq-ovqat mahsulotlari ta'minot zanjiri va qayta ishlash texnologiyalarining ko'p bosqichli modeli

Hozirgi paytda oziq-ovqat mahsulotlari ta'minot zanjiri modellarida resurslarni iste'mol qilish va sanoat chiqindilari kabi barqarorlikka ta'sir qiluvchi jihatlarini hisobga olishi kerak. Shuning uchun, biz har bir bosqichda mahsulotlarning qayta ishlanish jarayonida zarur bo'lgan resurslarga bo'lgan talabning oshishi va bu jarayonlarda paydo bo'ladigan ortiqcha chiqindilar mavjudligini taxmin qilamiz. Bunda har bir bosqichni ekonometrik modellashtirish talab etiladi, chunki turli xil texnologik jarayonlar bosqichlari birlashtiradi. Bundan tashqari, mahsulotlarning turli xususiyatlari tufayli bir xil turdagi uskunalar uchun chiqindilar farq qilishi mumkin. Ishlash rejimiga qarab, bir xil turdagi uskunalar uchun ish vaqti ham farq qilishi mumkin.

Bu bosqichlarda modellashtirishni osonlashtirish uchun quyidagi taxminlar qo'llaniladi:

- asosiy xomashyo ishlab chiqaruvchilarining umumiy ta'minotini belgilash, masalan, uzoq muddatli shartnomalar tufayli;
- qo'shimcha xomashyoni spot bozoridan sotib olish mumkin;
- ba'zi uskunalar birliklari qayta ishlash zavodlarida mavjud bo'lishi mumkin, ammo belgilangan quvvatga ega qo'shimcha uskunalar birliklari qo'shilishi mumkin;
- har bir bosqichda qo'shimcha mahsulotlar ishlab chiqilishi mumkin;
- tashish quvvatining yetarli darajada bo'lishi.

Noaniqliklarning qanday yechilishiga bog'liq holda, birinchi bosqichda mahsulot ishlab chiqarish uchun tanlangan uskunalar talab etilgan mahsulot dizaynlarini olish uchun turli ish rejimlarida ekspluatatsiya qilinishi mumkin. Mijozlar talabini qondirish

maqsadida bir nechta mahsulot dizaynlarini tanlash imkoniyati mavjud. Shuningdek, ishlab chiqarish hajmlari va ta'minot zanjiri bo'ylab material oqimlarini taqsimlash bo'yicha qarorlar qabul qilinadi.

Oziq-ovqat mahsulotlari ta'minot zanjirini optimal tartibga solishda quyidagi modelda foydalanish mumkin.

Quyida oziq-ovqat mahsulotlari ta'minot zanjirini optimallashtirish modelini ishlab chiqish uchun zarur bolgan indeks va to'plamlar haqidagi ma'lumotlar keltririlagan:

|                   |                                                    |
|-------------------|----------------------------------------------------|
| $i \in I$         | ishlab chiqaruvchi,                                |
| $j \in QI$        | qayta ishlash zavodi,                              |
| $k \in Is$        | iste'molchi,                                       |
| $u \in R$         | resurs,                                            |
| $n \in T$         | texnologik yo'l,                                   |
| $p \in QB$        | qayta ishlash bosqichi,                            |
| $m \in M$         | mahsulot,                                          |
| $m \in tex(n)$    | $n$ texnologik yo'lga tegishli mahsulot,           |
| $m' \in suc_p(p)$ | $m$ mahsulot uchun $p$ bosqichdan keyingi bosqich, |
| $o \in O$         | mahsulot tasnifi,                                  |
| $t \in T$         | vaqt davri,                                        |
| $s \in S$         | senariy.                                           |

Oziq-ovqat mahsulotlari ta'minot zanjirini optimallashtirish model parametrlari quyidagilardan iborat:

|                                          |                                                    |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| $\gamma_s$                               | $s$ -senariyning amalga oshish ehtimolligi,        |
| $\phi$                                   | diskont stavkasi,                                  |
| $\zeta_{it}$                             | $t$ davrda $i$ ishlab chiqaruvchining taklifi,     |
| $\varepsilon_{ij}^{dist1}$               | $i$ va $j$ orasidagi masofa,                       |
| $\varepsilon_{jk}^{dist2}$               | $j$ va $k$ orasidagi masofa,                       |
| $\sigma_{ij}^{yo'q1}$                    | transportda tashishdagi xomashyo yo'qotish ulushi, |
| $\sigma_{mp}^{yo'q2}$                    | $p$ bosqichda chiqindi ulushi,                     |
| $\mu_{mp}$                               | konvertatsiya qilinmagan mahsulot ulushi,          |
| $\alpha_{um}^{proc}$                     | resursdan foydalanish intensivligi,                |
| $\alpha_{um}^{set}$                      | sozlash/tozalash sikli resurs sarfi,               |
| $\eta_m$                                 | uskunaning foydali xizmat muddati,                 |
| $\kappa_{mj}$                            | mavjud uskuna soni,                                |
| $\theta_{mp}$                            | bosqich quvvati,                                   |
| $\tau$                                   | bir davrdagi vaqt birliklari soni,                 |
| $\lambda_{mp}$                           | ishlash vaqti,                                     |
| $\xi_m$                                  | sozlash/tozalash vaqti,                            |
| $\delta_{op}$                            | mahsulot tasnifi,                                  |
| $\delta_{oks}^{min}, \delta_{oks}^{max}$ | iste'molchi talabi chegaralari,                    |
| $\varphi_{kts}$                          | iste'molchi talabi,                                |
| $B_1, B_2$                               | katta musbat konstantalar.                         |



Oziq-ovqat mahsulotlari ta'minot zanjirini optimal tartibga solish bo'yicha qaror o'zgarishiga ta'sir qiluvchilar o'zgaruvchilar quyida o'z aksini topgan:

**Birinchi bosqich:**  $G_{nj} \in \{0,1\}$  texnologiya tanlovi,  
 $H_{mj}$  qo'shimcha uskuna soni,  
 $R^{HN}, C^{HN}$  1-bosqich bo'yicha daromad va xarajatlar.

**Ikkinchi bosqich:**  $E_{pjs} \in \{0,1\}, F_{ijts}, L_{jts}, Z_{mpjts}^{in}, Z_{mpjts}^{out},$   
 $Z_{mpjts}^{sep}, Z_{umpjts}^{res}, X_{pjts}, W_{pjts}, Q_{pjts},$   
 $D_{pkts}, R_s^{WS}, C_s^{WS}.$

**Maqsad funksiya:**  $\max R^{HN} - C^{HN} + \sum_{s \in S} \gamma_s (R_s^{WS} - C_s^{WS})$  (2.1)

**1-bosqich daromad qiymati**

$$R^{HN} = (1 + \phi)^{(1-T)} \cdot \sum_{j \in J} \sum_{m \in M} \left( v_m + (c_m^{in2} - v_m) \cdot \frac{\max\{\eta_m - T; 0\}}{\eta_m} \right) H_{mj} \quad (2.2)$$

**1-bosqich** **xarajati** **(investitsiya** **+** **texnik** **xizmat)**  
 $C^{HN} = \sum_{n \in N} \sum_{j \in J} c_n^{in1} \cdot G_{nj} + \sum_{m \in M} \sum_{j \in J} c_m^{in2} \cdot H_{mj} + \sum_{(t \in T)(1+\phi)} (1-t) \cdot [\sum_{m \in M} + \sum_{j \in J} + \sum_{n \in N}]$

**Bosqichlararo oqim**  $Z_{mpjts}^{out} = Z_{m'pjts}^{in} \forall m, m', p, j, t, s$  (1.3)

**Qayta ishlash va chiqindi**  $Z_{mpjts}^{out} = Z_{mpjts}^{in} (1 - \sigma_{mp}^{was2}) \mu_{mp}$  (1.4)

**Ajratilgan oqim**  $Z_{mpjts}^{sep} = Z_{mpjts}^{in} (1 - \sigma_{mp}^{was2}) (1 - \mu_{mp})$  (1.5)

**Resurs sarfi**  $Z_{umpjts}^{res} = \alpha_{um}^{proc} \frac{Z_{mpjts}^{in}}{\theta_{mp}} + \alpha_{um}^{set} \frac{Z_{mpjts}^{in}}{\theta_{mp}} \lambda_{mp}$  (1.6)

**Quvvat cheklovi**  $\kappa_{mj} + H_{mj} \geq \sum_{p \in P} \frac{Z_{mpjts}^{in}}{\theta_{mp}} \tau \left( 1 - \frac{\xi_m}{\xi_m + \lambda_{mp}} \right)$  (1.7)

**Talab va sifat cheklovi**  $D_{pkts} \delta_{oks}^{min} \leq D_{pkts} \delta_{op} \leq D_{pkts} \delta_{oks}^{max}$  (1.8)

**Talab chegarasi**  $\sum_{p \in P} D_{pkts} \leq \varphi_{kts}$  (1.9)

**O'zgaruvchilar sohasi**  $G_{nj}, E_{pjs} \in \{0,1\}, H_{mj} \in \mathbb{Z}_+, \text{boshqalari} \geq 0$  (1.9)

**Texnologiya tanlash cheklovi**  $G_{nj} \in \{0,1\} \forall n \in N, j \in J$  (1.10)

**Uskuna soni cheklovi**  $H_{mj} \geq 0 \text{ va butun son } \forall m \in M, j \in J$  (1.11)

**Birinchi bosqich daromad va xarajatlarning manfiy bo'lmashligi**

$$R^{HN} \geq 0, C^{HN} \geq 0 \quad (1.12)$$

**Mahsulotni tanlash (senariyga bog'liq)**  $E_{pjs} \in \{0,1\} \forall p \in P, j \in J, s \in S$  (1.13)

**Ishlab chiqaruvchidan zavodga xomashyo oqimi**

$$F_{ijts} \geq 0 \forall i \in I, j \in J, t \in T, s \in S \quad (1.14)$$

**Tovar-xomashyo birja bozoridan xarid qilingan xomashyo**

$$L_{jts} \geq 0 \forall j \in J, t \in T, s \in S \quad (1.15)$$

**Jarayon oqimlari cheklovi**

$$Z_{mpjts}^{in} \geq 0, Z_{mpjts}^{out} \geq 0, Z_{mpjts}^{sep} \geq 0$$

$$\forall m \in M, p \in P, j \in J, t \in T, s \in S \quad (1.16)$$

**Resurs oqimi cheklovi**

$$Z_{umpjts}^{res} \geq 0 \forall u \in U, m \in M, p \in P, j \in J, t \in T, s \in S \quad (1.17)$$

**Ishlab chiqarish va ikkilamchi bozor hajmi**

$$X_{pjts} \geq 0, W_{pjts} \geq 0 \forall p \in P, j \in J, t \in T, s \in S \quad (1.18)$$

**Zavoddan iste'molchiga mahsulot yetkazish**

$$Q_{pjks} \geq 0 \forall p \in P, j \in J, k \in K, t \in T, s \in S \quad (1.19)$$

**Iste'molchiga yetkazilgan umumiy mahsulot**

$$D_{pkts} \geq 0 \forall p \in P, k \in K, t \in T, s \in S \quad (1.20)$$

**Ikkinchi bosqich daromad va xarajatlarning manfiy bo'lmashligi**

$$R_s^{WS} \geq 0, C_s^{WS} \geq 0 \forall s \in S \quad (1.21)$$

Mazkur ikki bosqichli stoxastik optimallashtirish modeli kutilayotgan foydani maksimalashtirishga qaratilgan. Model birinchi bosqichda strategik investitsiya qarorlarini (texnologiya tanlash va quvvatlarni joylashtirish), ikkinchi bosqichda esa senariyga bog'liq operatsion qarorlarni (ishlab chiqarish hajmi, ta'minot oqimlari, resurslardan foydalanish va mahsulot taqsimoti) optimallashtiradi. Diskontlangan pul oqimlari orqali investitsiyalarning sof joriy qiymati hisobga olinadi, mahsulot sifati tasniflari esa iste'molchi talablariga qat'iy moslikni ta'minlaydi. Cheklovlar modelni aralash butun sonli chiziqli stoxastik optimallashtirish modeli (MILP) sifatida yakunlaydi. Ushbu cheklovlar texnologiya tanlashning mantiqiy izchilligini, ishlab chiqarish va logistika oqimlarining fizik realizatsiyasini, shuningdek, iqtisodiy ko'rsatkichlarning mantiqiy chegaralarda bo'lishini ta'minlaydi. Natijada model real holatda oziq-ovqat mahsulotlari ta'minot zanjiri tizimlarini modellashtirish uchun to'liq va amaliy jihatdan qo'llashga tayyor holga keltiriladi.

## XULOSA

Mazkur tadqiqotda mintaqada oziq-ovqat mahsulotlari ta'minot zanjirini optimal tartibga solish metodologiyasini takomillashtirish masalasi kompleks va tizimli yondashuv asosida tadqiq etildi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, oziq-ovqat mahsulotlari ta'minot zanjirida texnologiya tanlash, ishlab chiqarish quvvatlarini joylashtirish, resurslardan foydalanish hamda mahsulot oqimlarini boshqarish qarorlari o'zaro chambarchas bog'liq bo'lib, ularni alohida-alohida emas, balki yagona integrallashgan optimallashtirish modeli doirasida ko'rib chiqish yuqori iqtisodiy samaradorlikni ta'minlaydi.

Ishlab chiqilgan ikki bosqichli stoxastik optimallashtirish modeli talab va bozor sharoitlaridagi noaniqliklarni hisobga olgan holda strategik va operatsion qarorlarni uyg'unlashtirish imkonini beradi. Birinchi bosqichda texnologiya tanlash va investitsiya qarorlari optimallashtirilsa, ikkinchi bosqichda esa senariyga bog'liq ishlab chiqarish hajmlari, logistika oqimlari va resurslardan foydalanish masalalari samarali hal etiladi. Bu esa kutilayotgan foydani maksimal darajada oshirish bilan bir qatorda, resurslar sarfi va chiqindilarni kamaytirish orqali ta'minot zanjirining barqarorligini ta'minlashga xizmat qiladi.

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, taklif etilgan model oziq-ovqat mahsulotlari ishlab chiqaruvchilari, qayta ishlovchilar va distribyutorlar o'rtasidagi ko'p bosqichli iqtisodiy munosabatlarni real sharoitga yaqin tarzda modellashtirish imkonini beradi. Ushbu yondashuv mintaqaviy oziq-ovqat ta'minoti tizimlarini rejalashtirish va boshqarishda, xususan, investitsiya qarorlarini qabul qilish, texnologik yangilanishlarni joriy etish va logistika samaradorligini oshirishda amaliy ahamiyatga ega. Natijada, taklif etilgan metodologiya mintaqada oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlash, bozor barqarorligini oshirish va ta'minot zanjirining raqobatbardoshligini kuchaytirishga xizmat qiluvchi samarali ilmiy-amaliy vosita sifatida baholanadi.

#### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Hugo, A., & Pistikopoulos, E. N. (2005). Environmentally conscious long-range planning and design of supply chain networks. *Journal of Cleaner Production*, 13(15), 1471–1491. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.01.010>
2. Corsano, G., & Montagna, J. M. (2011). A hierarchical planning approach for supply chain design with uncertain demand. *Chemical Engineering Research and Design*, 89(10), 1975–1990. <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2011.02.021>
3. Corsano, G., Aguirre, P., & Montagna, J. M. (2011). A MINLP model for the design and planning of supply chains with uncertainty. *Computers & Chemical Engineering*, 35(8), 1496–1514. <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2011.01.014>
4. You, F., & Grossmann, I. E. (2008). Design of responsive supply chains under demand uncertainty. *Computers & Chemical Engineering*, 32(12), 3090–3111. <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2008.05.004>
5. Quaglia, A., Saraceno, F., & Montagna, J. M. (2012). Deterministic optimization models for food supply chain design. *Journal of Food Engineering*, 111(3), 476–485. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.02.032>
6. Guillén-Gosálbez, G., & Grossmann, I. E. (2009). Optimal design and planning of sustainable chemical supply chains under uncertainty. *AIChE Journal*, 55(1), 99–121. <https://doi.org/10.1002/aic.11678>
7. Guillén-Gosálbez, G., & Grossmann, I. E. (2010). A global optimization strategy for the environmentally conscious design of chemical supply chains under uncertainty. *Computers & Chemical Engineering*, 34(2), 174–192. <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2009.08.009>