

TEMIR YO‘L TRANSPORT-LOGISTIKA YUK OQIMLARINI REJALASHTIRISH VA BOSHQARISH JARAYONLARINI MODELLASHTIRISH

Tulaniddin Ramziddinovich Nurmuxamedov

Do‘stbek Shavkatovich Abdimuratov

Nodir Bohadirovich Uralov

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы применения методов оптимизации складских запасов с помощью технологии имитационного моделирования. Использование имитационного моделирования управления запасами поможет проанализировать количественные показатели работы склада, уменьшить затраты на хранение материалов, а также увеличить производительность труда. Применение современных инновационных инструментов в том числе и искусственного интеллекта с целью управления запасами в условиях цифровой экономики, направлены на оптимизацию временных и денежных ресурсов, сохранению качества выполняемой работы без увеличения стоимости услуг.

Ключевые слова: логистика на предприятиях, имитационное моделирование, оптимизация бизнес-процессов, методы оптимизации, склад.

Annotatsiya: Maqolada imitatsion modellashtrish texnologiyasi yordamida omborxona zaxiralarini optimallashtirish usullarini qo‘llash masalalari ko‘rib chiqiladi. Zaxiralarni boshqarishda imitatsion modellashtrishdan foydalanish ombor ishining miqdoriy ko‘rsatkichlarini tahlil qilish, materiallarni saqlash xarajatlarini kamaytirish, shuningdek, mehnat unumdorligini oshirishga yordam beradi. Raqamli iqtisodiyot sharoitida zaxiralarni boshqarish uchun zamonaviy innovasion vositalarni, shu jumladan sun'iy intellektni qo‘llash vaqt va pul resurslarini optimallashtirishga, xizmatlar narxini oshirmasdan bajarilgan ish sifatini saqlab qolishga qaratilgan.

Kalit so‘zlar: Korxona logistikasi, simulyatsiya modellashtrish, biznes jarayonlarini optimallashtirish, optimallashtirish usullari, ombor.

Annotation: The article considers the issues of using methods for optimizing warehouse stocks using simulation modeling technology. The use of simulation modeling in inventory management helps to analyze the quantitative indicators of warehouse work, reduce the cost of storing materials, and also increase labor productivity. The use of modern innovative tools for inventory management in the digital economy, including artificial intelligence, is aimed at optimizing time and money resources, maintaining the quality of work performed without increasing the cost of services.

Keywords: Enterprise logistics, simulation modeling, business process optimization, optimization methods, warehouse.



Kirish

Temir yo'l tashish jarayonlarini raqamli modellashtirish usullarini amalga oshirishning eng istiqbolli yo'nalishlaridan biri bu komp'yuter modellashtirishdir. Komp'yuter modellashtirish hisoblash tajribalarini samarali o'tkazish qobiliyati tufayli murakkab dinamik tizimlarni o'rganish uchun juda ham mos keladi. Moliyaviy qiyinchiliklar yoki ob'ektning o'zida haqiqiy tajribalar, tadqiqotlar o'tkazish qiyin bo'lganligi tufayli komp'yuter modellashtirishdan foydalanish ayniqsa qulaydir va istiqbolli, negaki tahlillar shuni ko'rsatyaptiki ularni amalga oshirishda katta kapital qo'yilmalar talab etiladi.

Kompyuter modellashtirishda o'rganilyaptgan masalani formalashtirish va mantiqiy ifodalash o'rganilayotgan yoki loyihalashtirilayotgan tizimning xususiyatlarini aniqlaydigan asosiy omillarni ob'ektlar va ularning holatlari to'plami sifatida samarali aniqlash imkonini beradi. O'rganilayotgan tizimning komp'yuter modelini shakllantirishda o'rganilayotgan asl jarayonlarning o'ziga xos xususiyatidan mavhumlikka asoslanadi va ikkita asosiy bosqichni o'z ichiga oladi.

1. Tizimning sifatli modelini shakllantirish-transport-logistika tizimlari (TLS) uchun yuk tashish transport-ombor ta'minoti mezonlari apparatini tanlash;

2. Miqdoriy modelni shakllantirish - tizimdagi analitik munosabatlarni aniqlash usullarini tanlash.

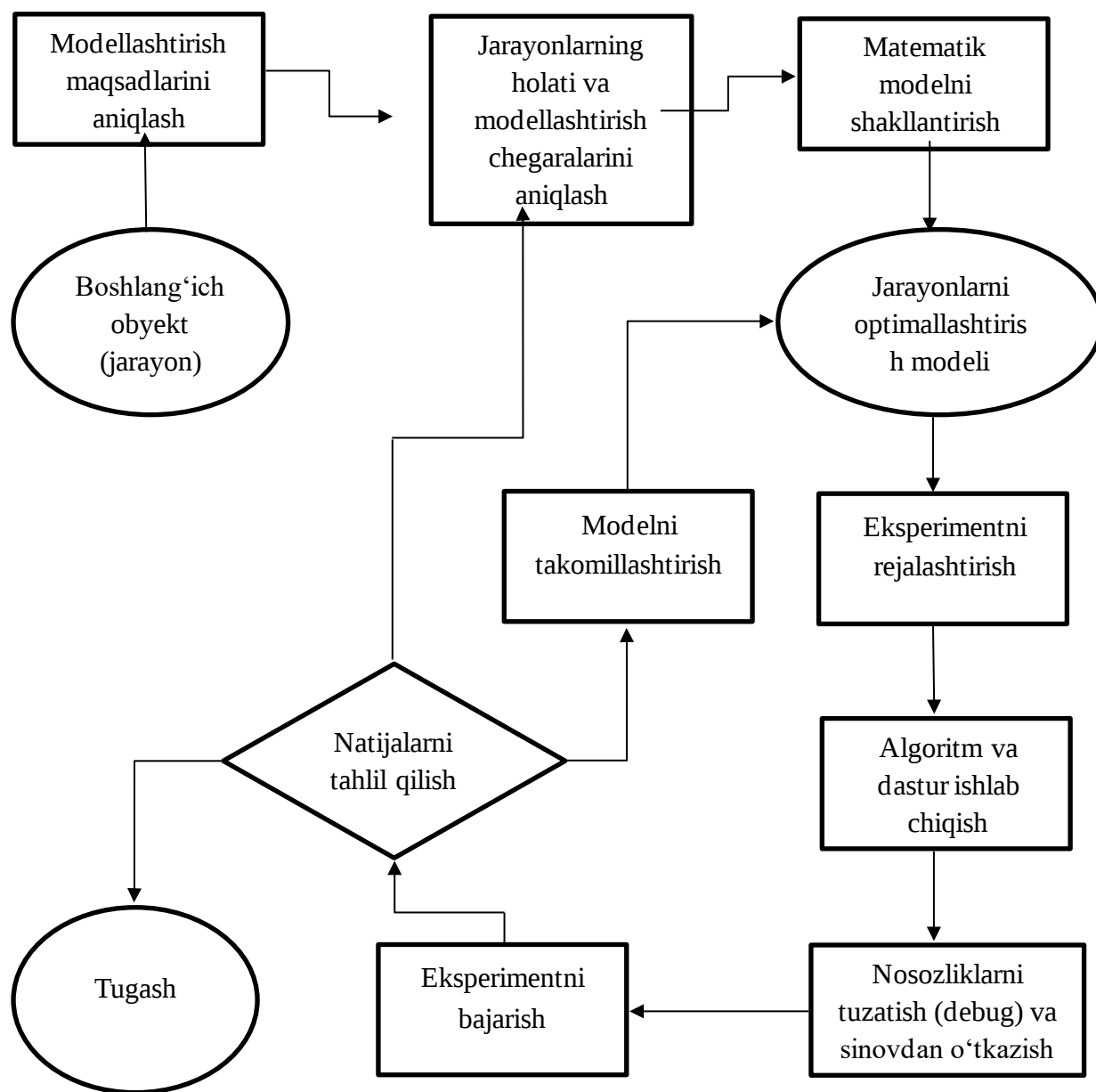
Asosiy qism

Rasmiy ravishda, kompyuter modellashtirish tizimni analitik talqin qilish maqsadida o'rganilayotgan ob'ektlarning natijalari haqiqiy xususiyatlari bilan taqqoslash va agar kerak bo'lsa, keyinchalik modelni takomillashtirish uchun raqamli tajribalar seriyasini o'tkazish imkonini beradi. Modelni takomillashtirish tizim ob'ektlarining diskret holatlari o'zgarganda yoki uning ulanishlarida yangi konuniyatlar paydo bo'lganda ham amalga oshirilishi mumkin. Tabiiyki, kompyuter modellashtirishni amalga oshirishning asosiy bosqichlariga quyidagilar kiradi:

- modellashtirish ob'ekti, uning (modellashtirish) chegaralarini va masalani kuyilishini aniqlash;
- tizimning asosiy elementlarini, o'zaro ta'sir etuvchi elementar aloqalarini aniqlash (ob'ektlarni birlashtirish) va konseptual modelni ishlab chiqish;
- bir qator tajribalarni rejalashtirish va ularni jarayon tadqiqotida mos yo'nalishlariga muvofiq o'tkazish;
- natijalarni tahlil qilish va tizimni raqamli modelni haqiqiy xususiyatlarining talqin qilish.

Kompyuter modellarida qo'llaniladigan raqamli modellashtirishning eng keng tarqalgan usullari analitik va imitatsiya modellashtirish usullaridir. Analitik modellashtirishda tizimdagi real jarayonlar differensial, algebraik va boshqa tenglamalar ko'rinishidagi matematik mavhum modellari yordamida o'rganiladi.

TLTni omborxonasidagi raqamli tajribani kompyuter modellashtirish jarayoni sifatida 1-rasm asosida ko'rib chiqamiz.

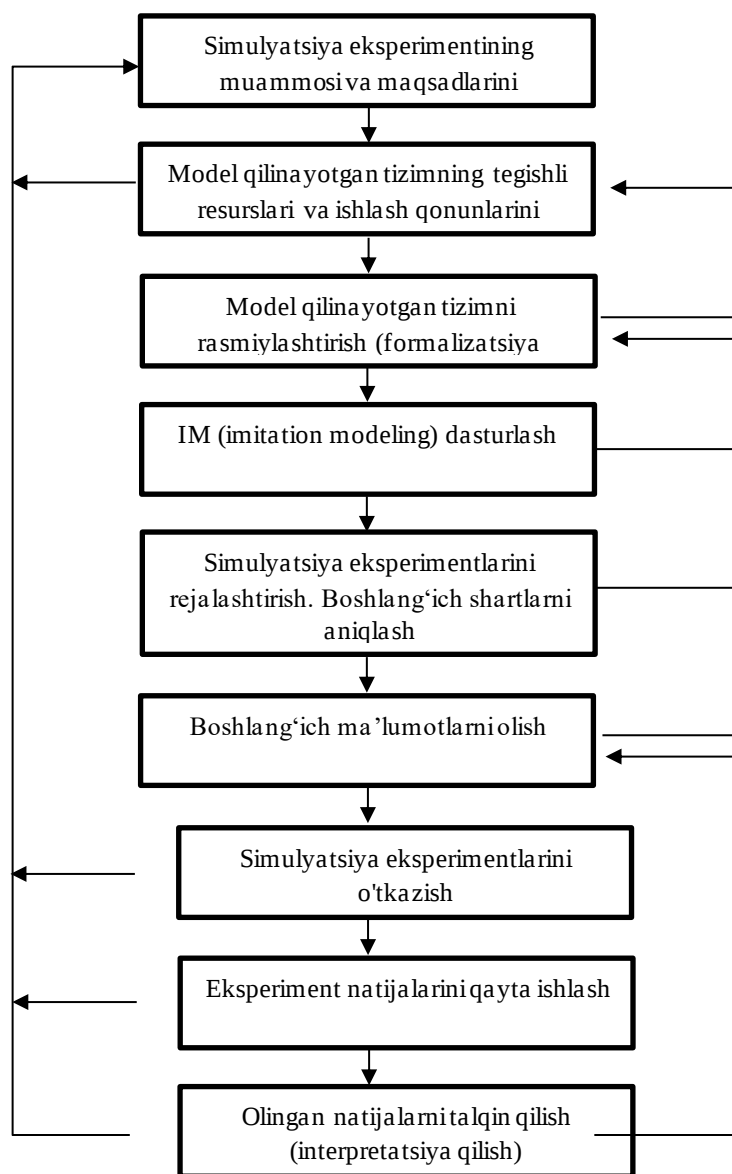


1-rasm. Sonli tajribani kompyuter modellashtirish asosida tashkil etish sxemasi.

Imitatsiya modellashtirishda o'rganilayotgan tizimning ishlashini matematik modellarni elementar operatsiyalarini ketma-ket bajarilishlarni takrorlaydigan algoritm shaklida o'rganiladi. Masalan, imitatsiya modellashtirish omborxona ta'minoti parametrlari o'rtasidagi o'zaro ta'sirlar noaniq sharoitida yuklash va tushirish operatsiyalarini aniqlash uchun hisob-kitoblarni amalga oshirishda ishlatiladi, ya'ni imitatsiya modellashtirishni omborxona zaxiralarini samarali boshqarishda eng ko'p moslashtiradigan, integratsiyalashgan usullar guruhiga kiritish mumkin.

Imitatsiya modelini shakllantirish sxemasi shuni ko'rsatadiki, imitatsiya modellashtirishning natijalari analitik modellardan foydalangan kabi tayer formulalar

yordamida hisoblanmaydi, balki modellashtirish dasturini kompyuterda qayta ishlash jarayonida kuzatilgan va qayd etilgan ma'lumotlarni (statistik) qayta ishlash va talqin qilish mahsulidir (2-rasm).



2-rasm. Imitatsiya modellashtirishning bosqichlar sxemasi.

Temir yo'l transporti omborxonasini (vagon deposi) zaxiralarni boshkarishni imitatsion modelini yaratish usulning mohiyati shundan iboratki, ombordan tovarlarni depo xodimlariga yetkazib berish zaxiralar oqimlarining belgilangan taqsimotiga asoslanib, tovarlarning omborga kelish va chiqishning kunlik jarayonlari kompyuterda qayta-qayta imitatsiya qilinadi.

Ko'p sonli modellashtirish sikllari natijasida (masalan, yil davomida $N = 365$) omborxona zaxiralari miqdori (qiymatlari) statistik jihatdan barqaror bo'ladi va ularning oldingi, mavjud usul yordamida hisoblangan qiymati bir ishonchlik oralig'ida ma'lum ehtimollik bilan ishonchli deb hisoblanishi mumkin. Bundan tashqari, tashqi



muhit ta'sirining parametrlari sifatida modelga kiritilgan barcha stoxastik omillar aniqlanadi:

- transport vositalarining soni va turlari;
- qabul qilish tezligi (chastotasi);
- yuk birliklarining soni va turi;
- yuklash-tushirish va qabul qilish-uzatish operatsiyalariga ketadigan vaqti;
- hujjatlarni rasmiylashtirish vaqti;
- obyektning ichki jarayonlari va xususiyatlarini belgilaydigan parametrlar:

texnologik operatsiyalarni bajarish vaqti, uskunalarning ishlab chiqarish quvvati, masalalarni yechimlarini xajim-rejalashtirish va boshqalar.

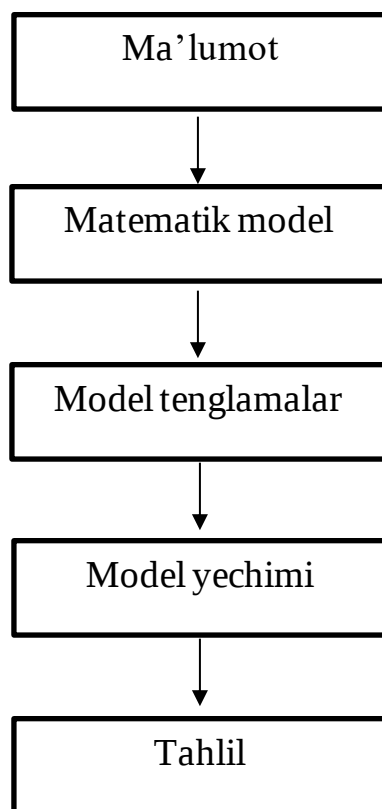
Imitatsion modellashtirishning muhim xususiyati-bu yaratilgan modellarning yuqori moslashuvchanligi, ya'ni ba'zi dinamik parametrlarga o'zgartirishlar kiritilganda o'zgarish qobiliyati va shunga mos ravishda ularni (o'zgarishlarni) amalga oshirish va natijalarga erishish qobiliyati. Bunday holda, yaratilgan model boshqaruv qarorlarini qabul qilishni qo'llab-quvvatlash uchun ishlaydigan vositaga aylanishi mumkin.

Shu bilan birga, har qanday boshqa usullar singari, imitatsiya usuli kamchiliklar va cheklolarga ega, masalan, o'rganilayotgan obyekt bo'yicha katta miqdordagi statistik materiallarga bo'lgan ehtiyoji. Bu kamchilikni, qoida tariqasida, xususiyatlari va parametrlari bo'yicha o'xshash obyektlarni o'rganish orqali yo'q qilina di.

Transport-logistik tizimlarining omborxonalarini murakkab tizimlar sifatida tahlili shuni ko'rsatdiki, kompyuter modellashtirish jarayonini samaradorligini oshirishning yana bir yondashuvi ushbu (TLT) tizimlarini loyihalash va tadqiq qilishda yuzaga keladigan amaliy muammolarni hal qilish mumkin. Bu analitik va imitatsiya modellashtirish usullarining kombinatsiyasi bo'lib, ularni tizimning boshqarishning barcha darajasida holatini aniqlash uchun zamonaviy texnologiyalardan foydalanib tizimni fiksirlangan xolatda ishlashini nazorat qilishning turli darajalarida qo'llaydi.

Simulyatsiya modellashtirish usullari — xususan, diskret voqealar simulyatsiyasi, agentga asoslangan modellar va Monte-Karlo yondashuvi — real tizimning vaqt bo'yicha dinamik xatti-harakatlarini qayta tiklash imkonini beradi [2]. Simulyatsiya yondashuvi tashish jarayoniga turli cheklolvar, yuk oqimining to'satdan ortishi yoki qisqarishi kabi holatlarning ta'sirini o'lchashda qo'l keladi.

Imitatsion modellashtirish zaxiralarga bulgan turli cheklolvarlarda, ularning xajmini keskin tebranishida yeki ularning mikdori kamayganda, yoki qisqarishi kabi holatlarning ta'sirini o'lchashda qo'l keladi. Buning uchun kuyida keltirilgan umumlashtirilgan strukturadan foydalanish mumkin (3-rasm).



3-rasm. Zaxiralarni boshkarishda imitatsion modellashtirish sxemasi.

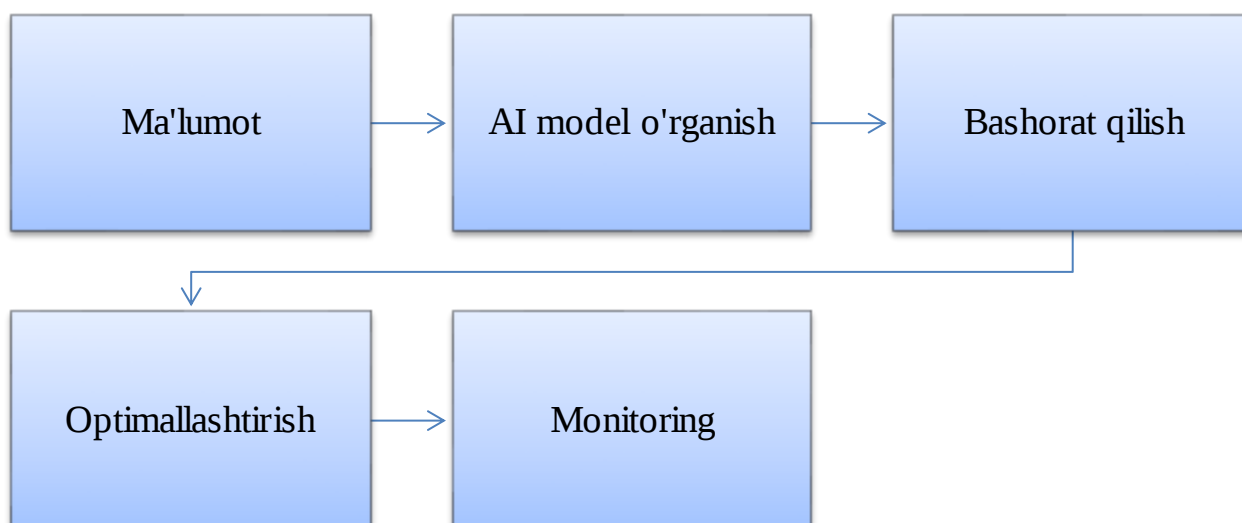
Zaxiralarni vaqt bo'yicha o'zgarishini aniqlash va prognozlashda chuqur o'qitish modellari alohida ahamiyat kasb etadi. LSTM neyron tarmoqlari, Prophet zamanli qatorlar modeli va Random Forest regressiyasi ombordagi zaxira hajmining oylik, haftalik va kunlik tebranishlarini yuqori aniqlikda bashorat qilish imkonini beradi [4].

Omborxona zaxirasi optimallashtirishda evolyutsion algoritmlar — xususan, genetik algoritmlar va zarralar to'ldasini optimallashtirish (PSO) — zaxiralarni optimal xajmini aniqlashda samarali natija beradi. Q-learning asosidagi kuchaytirilgan o'qitish esa real vaqt sharoitida qaror qabul qilish imkonini kengaytiradi [3]. Monitoring jarayonida IoT sensorlari orqali yig'iladigan katta hajmdagi ma'lumotlar AI asosidagi diagnostik tizimlar orqali qayta ishlanadi. Bu yondashuv infratuzilma holatini baholash, nosozliklarni oldindan aniqlash, yuk oqimining xavfsiz va uzluksiz harakatlanishini ta'minlashga yordam beradi [4]. SI foydalanib zaxiralarni hajmini davriy bashorat etish, ularni (zaxiralarni) omborxonada optimal mikdorini saqlash

imkoniyati

yaratiladi

(4-rasm).



4-rasm. AI asosida zaxiralar xajmini bashoratlash, optimallashtirish va monitoring jarayonini tashkillashtirish sxemasi.

Zaxiralarni optimal hajmini aniqlash, rivojlanish istiqboli raqamlashtirish, integratsiya va barqarorlik tamoyillariga asoslanadi. Raqamli tvins texnologiyasi temir yo'l stansiyalari, lokomotivlar, vagonlarni tamirlashda zaxiralar xajmi va oqimlarining virtual raqamli nusxasini yaratish orqali real vaqt monitoringi hamda prognozini aniq ta'minlaydi. Ushbu texnologiya "agar-unda" tamoyili asosida turli ssenariylarni sinovdan o'tkazishga imkon beradi [1]. Multimodal logistika tizimi temir yo'l, avtomobil va dengiz transporti o'rtasidagi uzviy integratsiyani kuchaytirib, yuklarning global zanjir bo'ylab samarali harakatini ta'minlaydi. Big Data Analytics texnologiyalari talabni aniqlik bilan prognoz qilish, tarmoqdagi yuklanishni optimallashtirish va real vaqt boshqaruvini amalga oshirishda muhim rol o'ynaydi.

Yuqorida keltirilgan tahlil asosida quyidagi xulosalarni keltirishimiz mumkin.

Xulosalar

1.TLT-da yuk oqimlarini taqsimlashni boshqarish darajasida optimallashtirish vazifasi shakllantiriladi, bu TLT-da mavjud yoki prognoz qilingan yuk almashinuvi hajmlari to'g'risidagi dastlabki ma'lumotlarga asoslanib, omborxonaning zaxiralarini zarur quvvat qiymatlarini olish imkonini beradi. Ushbu darajada tizimning diskret holatlari bilan dinamik ko'p mezonli dasturlash usullari qo'llaniladi, shuning uchun analitik modellashtirish apparati ishtirok etadi.

2.TLT ning boshqarishning yuqori darajasida olingan ma'lumotlar tizimning alohida obyektlari, ya'ni terminal-omborxona komplekslari (TOK) faoliyatini boshqarish darajasida qaror qabul qilish uchun noaniqlik darajasini kamaytirishga imkon beradi. Shunga qaramay, TOK ishlash jarayonlarini optimallashtirish muammolarini hal qilishda ko'plab stoxastik omillar saqlanib qolmoqda. Shuning uchun, bu darajada TOK faoliyatini boshqarishning mahalliy muammolarini hal qilish

uchun yetarlicha sinovdan o'tgan imitatsiya modellashtirish apparatidan foydalanish tavsiya etiladi.

3. Avtomatik identifikatsiya vositalari (shtrixli kodlash va radiochastotali identifikatsiya qilish) asosida tizim holatini aniqlash uchun zamonaviy texnologiyalardan foydalanish quyidagi afzalliklarga ega bo'lish imkonini beradi: modelga kiritilgan ma'lumotlar sifatida o'rtacha ko'rsatkichlar emas, balki individual ma'lumotlar ishlatiladi. TOK retrospektiv davr uchun, shu jumladan tovarlar oqimlarida sodir bo'lgan nosozliklar va boshqalar, ya'ni atrof-muhit sharoitlari ta'siri ostida tizim holatidagi o'zgarishlarni qayd etish mumkin bo'ladi.

4. Sintez qilishga asoslangan kompyuter modellashtirish usullari bo'lib yuqoridagi taklif etilayotgan yondashuv TOK va yuk tashish korxonalarining o'zaro ta'sirini tashkil etish va boshqarishning kompleks metodologiyasi asosida shakllangan eksperimental tadqiqotlar dasturini amalga oshirishga imkon beradi (tizim parametrlari o'rtasida balansga dinamik muvozanat bilan erishish usullari yetibdi).

5. Matematik modellar, simulyatsiya va AI texnologiyalari integratsiyasi omborxonadagi zaxiralarni optimal xajmini aniqlash jarayonlarini raqamlashtirish va avtomatlashtirishga imkon yaratadi. Bu esa xarajatlarni kamaytiradi, zaxiralardan samarali foydalanish hamda butun tizimning barqaror faoliyatini ta'minlaydi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Вивчарь Р.М., Птушкин А.И., Соколов Б.В. Риск-ориентированное управление созданием организационно-технических систем на основе использования имитационных моделей их функционирования // Вестник воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. – 2021. – № 2. – С. 17-31.

2. Соколов Б.В. Имитационное моделирование как инструмент обеспечения риск-ориентированного управления процессом создания сложных технических систем /Б. В. Соколов, Р. М. Вивчарь, А. И. Птушкин // Десятая всероссийская научнопрактическая конференция по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности «Имитационное моделирование. Теория и практика» (ИММОД-2021): Труды конференции (электронное издание), Санкт-Петербург, 20–22 октября 2021 года / Ред. Плотников А.М., Долматов М.А., Смирнова Е.П. – СанктПетербург: АО «Центр технологии судостроения и судоремонта», 2021. – С. 49-64.

3. Бабина О.И. Имитационная модель склада промышленного предприятия по производству бетона / О. И. Бабина // Бизнес-информатика. – 2015. – № 1(31). – С. 41-50.

4. Лаврушина Е.Г. Построение имитационной модели оптимизации количества сотрудников склада при отгрузке готовой продукции птицефабрики /



Е.Г. Лаврушина, С.С. Гаевой // Интернет-журнал Науковедение. – 2014. – № 3(22). – С. 46.

5. Пилипчук С.Ф. Моделирование складских логистических процессов / С.Ф. Пилипчук, А.Е. Радаев // Логистика и управление цепями поставок: перспективы в России и Германии: Российско-Немецкая конференция по логистике и SMS DR-LOG10, Санкт-Петербург, 19–22 мая 2010 года / под науч. ред.: Д. А. Иванова, Й. Кэшеля. – Санкт-Петербург: СПбГПУ, 2010. – С. 197-208.

6. Бабина О.И. Разработка оптимизационной имитационной модели для поддержки процессов планирования складских систем // Компьютерные исследования и моделирование, 2014 т. 6 № 2. -С. 295–307.

