

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Машинобудівний інститут, транспортний факультет
(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра транспортних технологій
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістра

(ступінь вищої освіти (освітній ступінь))

на тему

**МОДЕЛЮВАННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ
ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСЬКОЇ СИСТЕМИ
НА ПРИКЛАДІ МАШИНОБУДІВНОГО ПІДПРИЄМСТВА**

Виконав: студент II курсу, групи Тз-313М
спеціальності (напряму підготовки)

275 «Транспортні технології

(на автомобільному транспорті)»

(код і назва напряму підготовки, спеціальності)

Власюк М.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник Каплуновська А.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Дударенко О.В.

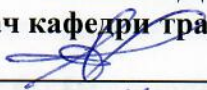
(прізвище та ініціали)

м.Запоріжжя
2018 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет
 (повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет машинобудівний інститут, транспортний факультет
 Кафедра транспортних технологій
 Ступінь вищої освіти (освітній ступінь) магістр
 Спеціальність 275 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)»
 (код і назва)
 Напрямок підготовки 27 «Транспорт»
 (код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри транспортних технологій

 проф. С.М. Турпак
 07 11 2018 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Власюк Марині Сергіївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Моделювання та дослідження ефективності функціонування транспортно-складської системи на прикладі машинобудівного підприємства керівник проекту (роботи) Каплуновська А.М.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 23.11.2018 року №361

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 03.12.2018р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) схема генерального плану; існуючі вантажопотоки; технічні характеристики транспортних засобів та навантажувально-розвантажувальних машин; вартість перевезення вантажів та виконання транспортно-складських робіт; заробітна плата робітників; існуючі транспортно-технологічні схеми.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1 Аналітична частина; 2 Основна частина; 2.1 Дослідження методами статистичного аналізу вихідних даних та визначення законів розподілу випадкової величини вантажопотоків; 2.2 Створення концептуальної моделі транспортно-складської системи; 2.3 Розробка моделі у програмі AnyLogic; 2.4 Побудова діаграм процесів; 2.5 Аналіз результатів моделювання; 3 Економічна частина; 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1 Схема генерального плану; 2 Результати дослідження методами статистичного аналізу вихідних даних; 3 Проектна схема стележної системи зберігання вантажів; 4 Етапи розробки імітаційної моделі; 5 Концептуальна модель транспортно-складської системи; 6 Структура імітаційної моделі; 7 Аналіз результатів моделювання; 8 Аналіз техніко-економічних показників виконаних досліджень.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
Аналітична частина	Каплуновська А.М., ст. викл.		
Основна частина	Каплуновська А.М., ст. викл.		
Економічна частина	Харченко Т.В., ст. викл.		
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Лазуткін М.І., доц.		

7. Дата видачі завдання 03.09.2018 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Аналітична частина	05.10-15.10	
2	Основна частина	16.10-02.11	
3	Економічна частина	05.11-16.11	
4	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	19.11-23.11	
5	Оформлення роботи	26.11-30.11	
6	Отримання зовнішніх рецензій	03.12-12.12	

Студент

(підпис)

Власюк М.С.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Каплуновська А.М.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ : 93 с., 22 рис., 5 табл., 15 джерел.

Об'єкт дослідження – складський комплекс машинобудівного підприємства.

Мета роботи – моделювання та дослідження ефективності функціонування транспортно-складської системи на прикладі машинобудівного підприємства шляхом впровадження системи адресного зберігання вантажів.

Методи дослідження – статистичний аналіз вантажопотоків машинокомплектів, імітаційне моделювання процесу впровадження системи адресного зберігання, аналітичний метод розрахунку кількості електронавантажувачів.

В магістерській роботі запропоноване зменшення кількості електронавантажувачів у процесі впровадження системи адресного зберігання.

АВТОМОБІЛЬНЕ ПІДПРИЄМСТВО, СКЛАДСЬКИЙ КОМПЛЕКС, ЕЛЕКТРОНАВАНТАЖУВАЧ, АДРЕСНЕ ЗБЕРІГАННЯ, СТЕЛАЖНА СИСТЕМА, ВАНТАЖОПЕРЕРОБКА, КОНТЕЙНЕР.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД І АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ В ОБСЛАСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	8
1.1 Основи організації логістичних систем.....	8
1.2 Адресне зберігання вантажів	19
1.3 Поняття та основи імітаційного моделювання.....	23
2 ОСНОВНА ЧАСТИНА РОБОТИ.....	29
2.1 Дослідження методами статистичного аналізу вихідних даних та визначення законів розподілу випадкової величини вантажопотоків	29
2.1.1 Визначення основних статистичних характеристик.....	29
2.1.2 Розбиття варіаційного ряду на групи (інтервали).....	30
2.1.3 Оцінка узгодженості теоретичного і емпіричного законів розподілу.....	30
2.1.4 Аналіз статистичних даних.....	31
2.2 Розробка моделі у програмі AnyLogic.....	33
2.2.1 Створення концептуальної моделі транспортно-складської системи	36
2.2.2 Створення анімації моделі та транспортної мережі.....	38
2.4 Побудова діаграм процесів.....	41
2.5 Аналіз результатів моделювання	69
3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	71
3.1 Відомості про складський комплекс ДУМ на даний момент часу та в проектованому варіанті.....	71
3.2 Розрахунок капітальних витрат на палетні стелажі та комп'ютери.....	71
3.3 Розрахунок витрат по базовому варіанту.....	72

3.3.1 Розрахунок заробітної плати.....	73
3.3.2 Розрахунок соціальних внесків.....	74
3.3.3 Амортизаційні відрахування.....	75
3.3.4 Ремонт і технічне обслуговування навантажувачів.....	76
3.3.5 Витрати на електроенергію.....	76
3.3.6 Розрахунок витрат на заміну акумуляторних батарей	77
3.4 Розрахунок витрат по проектному варіанту	77
3.4.1 Розрахунок заробітної плати.....	78
3.4.2 Розрахунок соціальних внесків.....	78
3.4.3 Розрахунок амортизації стелажів	79
3.4.4 Витрати на роботу комп'ютерів	79
3.5 Розрахунок економічної ефективності проекту	81
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	83
4.1 Аналіз потенційних небезпек.....	83
4.2 Заходи по забезпеченню безпеки.....	84
4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці.....	85
4.4 Заходи з пожежної безпеки.....	88
4.5 Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	89
4.6 Висновки з розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях».....	90
ВИСНОВКИ.....	91
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	92

ВСТУП

Здавалося б в наше століття розвитку послуг як залізничного, так і повітряного транспорту, особливо на великій території нашої країни, використання автомобільних перевезень не актуальне. Проте, зовсім не так. Навпаки. Завдяки сучасним технічним можливостям, що роблять доступними високі швидкості автомобільного транспорту, доставки необхідних вантажів здійснюються в короткі терміни.

Значне зростання всіх галузей народного господарства вимагає переміщення великої кількості вантажів і пасажирів. Висока маневреність, прохідність і пристосованість для роботи в різних умовах роблять автомобіль одним з основних засобів перевезення вантажів і пасажирів. Саме з цієї причини автомобілебудування стало однією з провідних галузей у економіки більшості країн. Не стала винятком і наша країна, на території якої існують підприємства автомобілебудування.

Комплексна механізація і особливо автоматизація роботи складів неможливі без використання уніфікованих підйомно-транспортних машин, створення і широкого впровадження систем машин і обладнання. Раціональна механізація та організація складів штучних вантажів дає значний техніко-економічний ефект, і дозволяє більш раціонально використовувати виробничі площі, прискорює оборотність оборотних коштів, сприяє ритмічності роботи підприємства, підвищує продуктивність праці та культуру виробництва.

Тому питання впровадження системи адресного зберігання вантажів на машинобудівних підприємствах є актуальним в даний момент часу для підвищення вантажопереробки.

1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД І АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ В ОБСЛАСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Основи організації логістичних систем

Логістика — досить нове для нас поняття: бібліотеки ще не відокремлюють її як самостійний науковий напрям, на підприємствах про неї, схоже, нічого невідомо, а вітчизняних літературних джерел на тему логістики, на відміну від закордонних, дуже мало [1-7]. Закордонні автори публікацій з логістики підкреслюють її самостійність, у тому числі стосовно маркетингу. У нашій країні поки що логістика не розглядається як автономна, самостійна наука.

«Відновлення прав логістики» в Україні — це питання часу, адже проблема ефективності виробничо-розподільчих відносин є дуже актуальною не тільки в нинішніх кризових умовах, а буде такою і в майбутньому.

Слово «логістика» (від грец. *logistike* — майстерність підраховувати, міркувати) відоме ще з часів Римської імперії, де службовці, що займалися розподілом продуктів харчування, називалися «логістами» або «логістиками». Наукою логістика стала завдяки розвитку військової справи. Так, візантійський цар Леон VI (865—912 р. н. е.) вважав, що завданням логістики є сплачувати данину армії, належно постачати їй зброю і військове майно, своєчасно і повною мірою піклуватися про її потреби та відповідно підготовляти кожен акт військового походу, робити правильний аналіз місцевості з огляду на пересування армії та сили супротивника і відповідно до цих функцій управляти та керувати, тобто розпоряджатися рухом і розподілом власних збройних сил.

Це визначення, не зважаючи на військову специфіку, має принципову схожість із сучасними формулюваннями завдань логістики. Тільки через 1000 років, в час другої світової війни, принципи логістики почали з успіхом втілювати в життя, коли були виконані роботи з вивчення властивостей

операцій управління матеріальними потоками. В ці роки були проведені дослідження, пов'язані з проблемами військового і типового фронтового постачання, розроблені математичні методи й моделі, котрі з часом дістали назву «дослідження операцій», завдяки чому вдалося організувати постійне постачання зброї для американської армії.

Першим автором праць з логістики вважають французького військового фахівця початку ХХст. А.Г.Джаміні, котрий визначив логістику як «практичне мистецтво руху військ». Він також стверджував, що логістика стосується не тільки перевезень, а й планування, управління, постачання, визначення місць дислокації військ, будівництва мостів, шляхів і т. ін.

Логістику як науку у військових акціях використовував Наполеон. У розвинутих країнах світу концепція логістики сформувалася наприкінці 70-х років внаслідок енергетичної кризи як розвиток ідей системного підходу до організації управління. Тепер деякі західні фахівці називають її мало не «ною філософією управління», «третім шляхом раціоналізації» і не безпідставно. Наприклад, у країнах Західної Європи біля 98 % часу виробництва товару, з урахуванням доставки сировини і транспортування готової продукції, припадає на проходження його каналами матеріально-технічного забезпечення і здебільшого на зберігання. Власне на виробництво товарів витрачається лише 2 % сумарного часу, а на транспортування - 5 %. Крім того, у західноєвропейських країнах витрати на усі види діяльності по матеріально-технічному забезпеченню становлять близько 13 % вартості валового національного продукту. Структура цих витрат така: на транспортування — 41 %, на зберігання товарів — 21 %, на матеріальні запаси — 23 %, на адміністративні витрати — 15 %. Пошук шляхів скорочення витрат у цій галузі йде у напрямку вдосконалення управління постачанням, збутом, зберіганням товарів, поліпшення маркетингової діяльності і взаємодії постачальників, споживачів та посередників, зміни технології руху матеріальних потоків тощо. Концепція інтеграції цих процесів дістала назву «логістика».

Нині є багато визначень логістики [1-7]. Автори ряду публікацій розглядають її передусім як науку, що дає змогу оптимізувати кооперативні зв'язки. Інші вважають основним середовищем застосування логістики внутрішньовиробничі процеси з обов'язковим включенням у логістику питань планування завантаження обладнання, визначення розмірів партій запуску деталей. Одні автори виокремлюють як основу логістичного підходу транспортне обслуговування, інші — складське господарство. Так, французькі фахівці з логістики трактують її як «сукупність різноманітних видів діяльності з метою одержання з найменшими витратами необхідної кількості продукції у встановлений час та у встановленому місці, в якому існує конкретна потреба в даній продукції». На думку деяких західних спеціалістів, логістика — це інтеграція процесу перевезень з виробничою сферою і включає вантажно-розвантажувальні операції, зберігання і транспортування товарів, а також необхідні інформаційні процеси. Німецький учений Пфоль вважає, що логістика — це процес планування, реалізації і контролю ефективних та економних з огляду на витрати переміщення та зберіганням матеріалів, напівфабрикатів і готової продукції, а також одержання інформації про постачання товарів від місця виробництва до місця споживання згідно з вимогами клієнтури. Російський учений Б. К. Плоткін дає таке стисле визначення логістики: це наукова дисципліна про управління потоками в системах. Така різноманітність визначень логістики пояснюється тим, що ця дисципліна поки що перебуває у стадії формування і її базова термінологія ще не уніфікована.

На наш погляд, логістика вирішує питання матеріальних та інформаційних потоків з товароруку (сировини, матеріалів, запасних частин), тобто з поставок [5].

Загальним для всіх фахівців з логістики є системний розгляд виробничих процесів та їх транспортно-складського забезпечення з урахуванням сфери товарообороту. Як самостійна наука, що вивчається у вузах, і як галузь досліджень та наукових розробок теорія логістики

відокремлена закордонними вченими. Будемо сподіватися, що і в Україні логістика набуде розвитку не тільки яке модне слово, а і як ефективний науково-практичний напрям. Логістика як комплексне управління матеріальними та інформаційними потоками в межах системи має ґрунтуватись на таких принципах.

1. Розгляд руху матеріальних ресурсів від первинного джерела до кінцевого споживача в якості єдиного матеріального потоку, що передбачає виконання таких процесів, як транспортування, завантаження, розвантаження, переміщення, складування і зберігання матеріалів.

2. Впровадження організаційно-управлінських механізмів координації дій спеціалістів різних служб, що беруть участь в управлінні матеріальним потоком. Результат залежить від того, наскільки успішно вдається зв'язати в систему здійснення комплексу заходів щодо раціоналізації тари, уніфікування вантажних одиниць, удосконалення складування, оптимізації розміру замовлень і рівня запасів, вибору найвигідніших маршрутів переміщення матеріалів тощо.

Під матеріальним потоком розуміють сукупність сировини, матеріалів, напівфабрикатів, які надходять від постачальників у вигляді предметів праці до виробничих підрозділів і, перетворюючись там на готові продукти праці, через канали розподілу надходять до споживачів. Циркуляція матеріальних ресурсів охоплює переміщення їх на склад підприємства, в цехи транспортування продукції незавершеного виробництва в межах цеху, між цехами і, нарешті, переміщення товарів завершеного виробництва за межі підприємства у сферу їх споживання [8]. Розгляд цих формально різнорідних, а за змістом єдиних процесів як цілісного комплексу має важливе значення [3].

Очевидно, функції, пов'язані з формуванням матеріального потоку промислового підприємства, технологічно зв'язані, а витрати на їх виконання економічно залежні. Це означає, що зміни в одному з видів діяльності

впливають на інші, а намагання знизити окремі витрати без урахування інших можуть зумовити зростання сукупних витрат.

Недостатньо оперативні дії служб постачання можуть негативно позначитись на функціонуванні виробничо-диспетчерського відділу, спричинити перебої в його роботі, а отже, дезорганізувати діяльність служби збуту. Оптимізація функціонування виробничих підрозділів може призвести до перевантаження складів одними видами продукції та нестачі інших. Зниження витрат на транспортування за рахунок зменшення швидкості та надійності постачання або відмови від спеціального коштовного пакування, може дорого коштувати для підприємства і, зокрема, спричинити зростання витрат на зберігання запасів. Чим більший розмір партії деталей, котрі запускаються у виробництво, тим менші витрати на переналагодження устаткування, проте витрати на зберігання продукції незавершеного виробництва збільшуються. І навпаки, із зменшенням розміру партії витрати на зберігання знижуються, а на переналагодження устаткування — зростають. Від розміщення виробничих потужностей, складів, пунктів технічного контролю залежать транспортні витрати.

Ще кілька років тому основними для творців логістичних систем були проблеми стосовно фізичних потоків товарів і сировини. Під інформаційним забезпеченням фізичного логістичного процесу руху товарів від постачальника до споживача розуміли лише супроводжувальну інформацію. У міру розвитку й поширення логістичних систем на підприємствах і фірмах дедалі більшою відчувалась потреба в розвитку та впровадженні в практику логістичних інформаційних систем, котрі б давали змогу органічно поєднати в єдине ціле всі логістичні підсистеми [6].

Формування інформаційної системи — складний і багатоплановий процес, у якому використовуються всі досягнення сучасної інформаційної технології, новітні комп'ютерні системи, кожна з яких робить можливим успішне керівництво виробничими процесами через використання адекватної інформаційної техніки, методів та форм інформаційного забезпечення

логістичної системи в цілому. Нові завдання, що ставляться перед організаторами та керівниками виробництв щодо впровадження логістичних принципів, вимагають від них створення такої інформаційної інфраструктури, яка б давала змогу збирати, організовувати і передавати інформацію відповідно до встановлених завдань. Успішний процес функціонування виробництва неможливий без ідентифікації, стандартизації джерел інформації, її обробки та передачі, тобто без створення комп'ютерної мережі виробництва [5,6]. Про можливості такої мережі свідчать досягнення комунікаційних мереж західноєвропейських філіалів IBM. Наприклад, усі виробничі підрозділи фірми IBM в Німеччині об'єднані для інформаційного забезпечення через комп'ютерну мережу, що є основою комунікаційної системи PROFS (Professional Office). Ця система дає змогу кожному, хто підключився до неї, зв'язатися з будь-яким підрозділом фірми. Сьогодні в цю систему об'єднані більш ніж 26 з 30 тис. робітників німецького філіалу IBM. Виробнича мережа поряд із системою PROFS створює інфраструктуру для всього інформаційного потоку фірми. Крім того, ця мережа є інтегральною основою для іншої перспективної мережі, що об'єднує понад 300 тис. працівників IBM у Західній Європі.

Інформаційне забезпечення логістики потребує і відповідного програмного її забезпечення, завдяки якому вся логістична система, починаючи з субсистем, працювала б як єдине ціле. Головним при цьому є об'єднання усіх підрозділів через створену інфраструктуру (комунікаційну та інформаційну системи). Це дасть змогу кожному суб'єктові загального виробничого процесу зв'язатися з будь-яким його іншим суб'єктом. Комунікаційна система має охоплювати усіх постачальників і замовників даного підприємства [2].

Інформаційна логістика дає нові можливості для організації необхідної інформації відповідно до принципів, розроблених логістикою, в чітку систему, основна функція якої - одержання, обробка та передача інформації згідно з поставленими перед цією системою завданнями. На

думку авторитетних спеціалістів деяких західних компаній, інформаційна інфраструктура, що створюється як у межах окремих виробничих одиниць, так і в усій фірмі на базі сучасних швидкодіючих ЕОМ, відповідного програмного забезпечення, перетворює інформацію з допоміжного (обслуговуючого) чинника на самостійну виробничу силу, яка може, на відміну від інших чинників, постійно та за короткий час підвищувати продуктивність праці й мінімізувати витрати виробництва. Проте, незважаючи на вже доведену на практиці ефективність застосування інформаційної логістики, вона є лише одним з елементів загальної логістичної системи, і успішне її функціонування можливе лише в разі переходу всього виробництва на логістичні принципи. У свою чергу, комплексний логістичний підхід у сфері закупівель, транспортування, складування, виробництва, збуту та розподілу абсолютно неможливий без інформаційної системи.

Основними положеннями комерційної логістики є:

1. Реалізація принципу системного підходу, тобто оптимізація матеріального потоку у межах як підприємства, так і його підрозділів. Однак максимальний ефект можливий тільки при оптимізації або сукупного матеріального потоку від первинного джерела сировини до кінцевого споживача, або окремих значних його ділянок. При цьому всі ланки матеріального ланцюга, тобто всі елементи макро- та мікрологістичних систем повинні працювати як єдиний злагоджений механізм.

2. Відмова від випуску універсального технологічного та підйомно-транспортного обладнання, використання обладнання, яке б відповідало конкретним умовам. Оптимізація потоків за рахунок використання обладнання, що відповідає конкретним умовам роботи, можлива лише у разі випуску і масового використання широкої номенклатури різних засобів виробництва. Тобто застосування логістичного підходу до управління матеріальними потоками можливе лише за високого рівня науково-технічного розвитку.

3. Гуманізація технологічних процесів, забезпечення сучасних умов праці. Одним з елементів логістичних систем є кадри, тобто персонал, який відповідально виконує свої функції. Логістичний підхід зміцнює суспільне значення діяльності у сфері управління матеріальними потоками, створює об'єктивні передумови для залучення в галузь кадрів з більш високим потенціалом праці. При цьому адекватно мають вдосконалюватись умови праці.

4. Облік логістичних витрат протягом усього логістичного ланцюга. Одним з основних завдань логістики є мінімізація витрат на доведення матеріального потоку від первинного джерела до кінцевого споживача. Вирішення цього завдання можливе лише за умов, коли система обліку витрат виробництва та обігу дає змогу виокремити витрати на логістику. Отже, виникає важливий критерій відбору оптимального варіанта логістичної системи — мінімум сукупних витрат протягом усього логістичного ланцюга.

5. Розвиток послуг сервісу на сучасному рівні. Сьогодні можливості різко підвищити якість продукції об'єктивно обмежені. Тому збільшується кількість підприємств, які вдаються до логістичного сервісу як до засобу підвищення конкурентоспроможності. Коли на ринку є кілька постачальників однакового товару однієї якості, переваги матиме той з них, котрий в процесі постачання зможе забезпечити вищий рівень сервісу.

6. Спроможність логістичних систем до адаптації в умовах ринку. Поява великої кількості різноманітних товарів та послуг призводить до невизначеності попиту на них, зумовлює різкі коливання якісних і кількісних характеристик матеріальних потоків, що проходять через логістичні системи. В цих умовах спроможність логістичних систем адаптуватись до змін зовнішнього оточення є важливим чинником стійкого становища на ринку.

Кінцева мета діяльності в галузі логістики виражається «шістьма правилами логістики»: 1) вантаж (потрібний товар); 2) якість (необхідної якості); 3) кількість (в необхідній кількості); 4) час (доставка в належний час); 5) місце (в потрібне місце); 6) витрати (з мінімальними витратами).

Зрозуміло, що мета логістичної діяльності досягається тоді, коли ці 6 правил виконуються, тобто коли потрібний товар необхідної якості в належній кількості і в потрібний час доставлений у потрібне місце з мінімальними витратами.

Концепція комерційної логістики передбачає такі її напрями:

- формування господарських зв'язків;
- визначення потреби в об'ємах і напрямках перевезень продукції;
- визначення послідовності проходження продукції через пункти складування;
- оперативне регулювання поставок та перевезень;
- формування і управління залишками товарів;
- розвиток складського господарства;
- надання комерційних і транспортно-експедиційних послуг.

Викладене вище показує значні переваги логістичної концепції управління перед традиційною (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 - Порівняльний аналіз традиційної та логістичної концепцій управління

Ознаки традиційної системи управління	Ознаки логістичної системи
1	2
Низький рівень виробничої інтеграції	Високий рівень виробничої інтеграції
Прагнення до максимальної продуктивності	Забезпечення гнучкості
Оптимізація функцій виробництва	Оптимізація матеріального потоку
Високий рівень використання виробничих потужностей	Висока пропускна спроможність
Залишки матеріалів для забезпечення виробництва	Залишки у вигляді потужностей
Подовжений годинний цикл диспозиції	Дуже скорочений цикл диспозиції, добові та годинні проміжки
Високий рівень готовності виробленої продукції	Низький або середній рівень готовності продукції до кінцевого споживання

Продовження таблиці 1.1

1	2
Коллективне виробництво, орієнтоване на виробничу програму та складування	Виробництво орієнтоване на замовлення з боку клієнтів, тобто на попит

Основне завдання логістики — досягнення фірмою найбільшого прибутку. На жаль, логістика розглядається крізь призму досягнення фірмою стратегічних цілей і оптимізації її основних оперативних процесів (наприклад, транспортування і зберігання вантажів [2]). У зв'язку з цим розрізняють загальні та підпорядковані їм локальні завдання логістики. Для виконання загального завдання необхідно забезпечити з найменшими витратами максимальну пристосованість фірм до мінливої ринкової ситуації, збільшення їх частки товару на ринку та переваги перед конкурентами. Одним із загальних завдань логістики є створення ефективної інтегрованої системи регулювання матеріальних та інформаційних потоків і контролю за ними, що забезпечувало б високу якість постачання продукції. З цим завданням тісно пов'язані такі проблеми, як забезпечення взаємної відповідності матеріальних та інформаційних потоків, контроль матеріального потоку та передача даних до єдиного центру, визначення стратегії і технології фізичного переміщення товарів, розробка способів управління операціями їх руху, встановлення форм стандартизації напівфабрикатів та пакування, визначення обсягу виробництва, транспортування і складування, розбіжностей між бажаними та можливими закупівлями і виробництвами.

Прикладом локального завдання логістики є оптимізація виробничих запасів та максимальне скорочення часу зберігання і транспортування вантажів [6]. Недостатній зв'язок концепції логістики з активною ринковою стратегією часто призводить до того, що сама по собі закупівля сировини, напівфабрикатів, комплектуючих стає мотивом для початку випуску тієї чи іншої продукції без належного попиту на неї. Однак у нинішній ринковій

ситуації такий підхід до випуску продукції може призвести до комерційного провалу. Орієнтація на мінімізацію витрат, безперечно, необхідна, але за оптимального рівня поєднання витрат і рентабельності основного та оборотного капіталу, задіяного в межах ринкової стратегії.

Цілями сучасної логістики є:

- 1) надходження всіх матеріалів у відповідних кількостях, якості й асортименті до місця споживання;
- 2) зміни запасів матеріалів у відповідь на інформацію про можливості їх швидкого придбання;
- 3) зміна політики продажу вироблених товарів на політику виробництва товарів, що продаються;
- 4) зменшення оптимального розміру партії постачання та обробки до одиниці;
- 5) якісне виконання усіх замовлень у мінімальні строки.

Досягнення сукупності поставлених цілей - це ідеал, до якого слід прагнути. І чим вищий виробничий та інфраструктурний потенціал, тим легше досягти цього ідеалу. Успішній реалізації даної концепції логістики окремими фірмами сприяє створення ними системи оперативної доставки вантажів. У Німеччині, наприклад, замовлення на матеріали та вироби відповідного асортименту виконують протягом 24 год. Замовлення, в яких враховуються індивідуальні потреби замовника, виконуються за 14 днів.

Отже, логістика вирішує питання матеріальних та інформаційних потоків з товароруку (сировини, матеріалів, запасних частин), тобто з поставок. Загальним для всіх фахівців з логістики є системний розгляд виробничих процесів та їх транспортно-складського забезпечення з урахуванням сфери товарообороту. Як самостійна наука, що вивчається у вузах, і як галузь досліджень та наукових розробок теорія логістики відокремлена закордонними вченими.

1.2 Адресне зберігання вантажів

Вантажі, що надходять на машинобудівне підприємство і що відправляються з підприємства, зберігаються на заводських складах, які спеціалізовані по видах вантажів [6]. Вантажі на склад надходять у тарі, різних ємностях, зв'язках, пачках, навалом та ін. Так, наприклад, на Запорізькому автомобілебудівному заводі вантажі для забезпечення матеріально-технічного постачання зберігаються на складах Департаменту управління матеріалами (ДУМ). Схема складського комплексу №1 зображена на слайді 1.

Адресне збереження на складі - це спосіб оптимізації розміщення цільової продукції в складському приміщенні, з урахуванням особливостей товару і місця під зберігання. До особливостей товару, які враховують при адресному розміщенні, слід віднести габарити, унікальні умови зберігання, тип. Відносно складського приміщення виділяють наступні принципові характеристики: доступна площа, кількість "осередків" і їх габарити, можливість підтримки оптимальних кліматичних умов для зберігання конкретного виду продукції[27].

Серед основних складнощів впровадження адресного зберігання, треба виділити наступні:

- усі функції повинні виконуватися відповідно до строгого наслідування робочого регламенту. Недотримання приписів спричиняє за собою тотальний збій в роботі налагодженого механізму, внаслідок чого товарно-матеріальні цінності хаотично розміщуються в складському приміщенні;

- автоматизована система обліку вимагає постійного контролю і вдосконалення;

- взаємодія з адресною технологією зберігання товару можна довірити тільки кваліфікованим фахівцям з досвідом роботи в цій сфері або що пройшов попередню підготовку.

Загальні переваги адресного зберігання:

- при постановці завдання "розмістити товар на складі", складському працівникові не потрібно ніякої іншої інформації для виконання, окрім прибуткової накладної, в якій вже стоять номери місць зберігання для розміщення цього товару;

- при постановці завдання "скомплектувати конкретне замовлення", складському працівникові не потрібно ніякої іншої інформації, окрім накладної комплектування, в якій вже стоять номери місць зберігання, звідки потрібно зібрати кожен вказаний товар у відповідній кількості;

- для здійснення складських операцій складському працівникові потрібний мінімум інформації - знати систему нумерації місць зберігання і розташування складських секторів прийому зберігання, комплектації і відвантаження, а відповідно чим простіше система тим менше помилок із-за "впливу людського чинника".

Організація зберігання за адресною технологією може здійснюватися в двох напрямках: динамічному і статичному. Під динамічним зберіганням слід розуміти розміщення товарно-матеріальних цінностей без виділення зон під конкретну номенклатуру продукції. Тобто, розміщення товару здійснюється у будь-яку зону, де є вільне місце. Організація адресного збереження на складі за таким принципом актуальна у тому випадку, якщо матеріальні цінності не вимагають підтримки специфічних умов зберігання. Переваги динамічного виду полягають в тому, що :

- знижується собівартість послуг, оскільки не потрібно періодичні витрати для проведення робіт по аналізу асортиментного ряду і внесенню відповідних коригувань;

- площі складського приміщення використовуються максимально ефективно.

При організації статичного адресного збереження на складі потрібно додаткову постійну роботу по оптимізації розміщення товару на складі по товарних групах, тому що за кожною товарною групою жорстко закріплюється певна область складу, що складається з деякої кількості осередків, достатньої для розміщення максимально допустимого складського залишку товару по конкретній групі. Цей процес називають "фіксингом плаваючих осередків", коли здійснюється перехід від динамічної до статичної системи адресного зберігання. При розміщенні товару, що поступає на склад, його розміщують тільки в ті пронумеровані місця зберігання, які належать до області зберігання відповідної групи товару. Така технологія зберігання робить склад "прозорішим", для комплектації. І дозволяє робити комплектацію замовлень навіть людині без спеціальної підготовки, що уперше потрапила на цей склад, після проведення з ним мінімального настановного інструктажу по особливостях розміщення товару на цьому складі. Основні переваги: "прозорість" розміщення товару на складі - уся група товару в одному місці, мінімальні витрати часу на навчання нового персоналу. Основні недоліки: ускладнення технології розміщення, при нерівномірному заповненні товаром різних груп "своїх" областей зберігання.

Основними функціями складів підприємства є [14]:

- прийом продукції за якістю від цехів-виробників або від внутрішньозаводського транспорту;
- розвантаження продукції з внутрішньозаводського транспорту;
- зберігання продукції відповідно до технологічних, протипожежними, санітарно-технічними та іншими нормами від моменту її надходження на склад до відвантаження на зовнішній транспорт;
- відбірки продукції з місць зберігання та комплектації і її споживачам і пунктів призначення на підставі документів відділу збуту;
- складання заявок на подачу транспортних засобів під навантаження до складу;

- навантаження виготовленої продукції на транспорт;
- оформлення документів на вхідних та вихідних зі складу вантажі;
- облік і звітність з приймання, видачі та наявності готової продукції на складі.

Комплектуючі деталі й вузли зберігаються в закритих складських приміщеннях, на складах відділу кооперованих поставок комплектуючих (ОКПК).

Доставка комплектуючих частин всередині заводу здійснюється децентралізовано напільним без рельсовим транспортом.

Транспортні засоби розподіляються між цехами та по їх заявкам, завантаження комплектуючих виробів здійснюється силами виробничих підрозділів [8].

В наш час, вантажі здебільшого намагаються переправляти морем та автомобільним транспортом, залізничний також використовується, але в меншій мірі [7].

На об'єкті дослідження вивантаження контейнера з платформи та установку його на стоечну платформу перед навантажувально-розвантажувальним шлюзом проводять козловим краном (вантажопідйомністю 32 т).

Вивантаження деталей із контейнера на склад виконується електронавантажувачем.

Підйом вантажів на 2-й поверх складу - вантажним ліфтом. Доставка вантажів із складу в цех – електрокаром, електротягачем з візками, вантажним автомобілем.

1.3 Поняття та основи імітаційного моделювання

Нині в імітаційному моделюванні виділяють три підходи: системної динаміки, дискретно-подієвий і агентний. З цих підходів у рамках багатьох дисциплін вивчається дискретно-подієвий підхід, що забезпечує універсальність і ефективність імітаційного моделювання. Він орієнтований на дослідження широкого класу складних систем, уявних у вигляді систем масового обслуговування [9].

Система AnyLogic розроблена компанією XJTechnologies в 1991 р. Це об'єктно-орієнтована система. Вона для побудови моделей дозволяє використати системну динаміку, агентний і дискретно-подієвий підходи.

Це середовище комп'ютерного моделювання загального призначення. Це комплексний інструмент, що охоплює основні нині напрями моделювання: дискретно-подієве, системної динаміки, агентне. Використання AnyLogic дає можливість оцінити ефект конструкторських рішень в складних системах реального світу.

Вітчизняний професійний інструмент імітаційного моделювання AnyLogic нового покоління, який розроблений на основі сучасних концепцій в області інформаційних технологій і результатів досліджень в теорії гібридних систем і об'єктно-орієнтованого моделювання. Побудована на їх основі інструментальна система AnyLogic не обмежує користувача однією єдиною парадигмою моделювання, що є характерним для існуючих на ринку інструментів моделювання. У AnyLogic розробник може гнучко використати різні рівні абстрагування і різні стилі і концепції і змішувати їх при створенні однієї і тієї ж моделі.

Моделювання систем з дискретними подіями. На ринку існує безліч пакетів, що полегшують розробку дискретно-подієвих моделей і проведення експериментів з моделями в цій традиційній області моделювання. В першу чергу це GPSS, який став революцією більше 50 років тому, задавши

парадигму моделювання в цій області у вигляді блоків і транзактів. Транзакти відображають динамічні об'єкти моделювання(заявки), а блоки - об'єкти, оброблювальні ці заявки.

Системна динаміка - це методологія вивчення і моделювання систем, що характеризуються циклами зворотних зв'язків в складних взаємних причинних залежностях їх параметрів. Математично ці системи описуються системами диференціальних рівнянь. Ці моделі застосовуються для корпоративного планування і аналізу політик управління корпорацією, політик управління соціальними і економічними системами, в екології і т. д.

Динамічні системи, область моделювання систем управління, фізичних, механічних систем, систем обробки сигналів і тому подібне. Широке застосування в цій області має пакет моделювання Simulink, що є складовою частиною пакету Matlab. Пакет має бібліотеку зумовлених блоків, з яких можна методом "drag - and - drop" будувати блокову структуру, аналогічну блоковій структурі моделей.

Агентне моделювання. Під агентом розуміється активний об'єкт, що має поведінку і має можливість взаємодії з іншими агентами і з середовищем. Багатоагентне моделювання дозволяє вивести характеристики цілого(безліч агентів) з сукупності локальної поведінки і характеристик окремих активних елементів цілого, розподілених в середовищі. Моделювання багатоагентних систем використовується в аналізі соціальних процесів, процесів урбанізації і навіть при дослідженні ринку в аналізі переваг різних соціальних груп або корпорацій, що виступають як агенти зі своєю поведінкою.

Програмний продукт AnyLogic ґрунтований на об'єктно-орієнтованій концепції. Об'єктно-орієнтований підхід до представлення складних систем є кращим на сьогодні методом управління складністю інформації, ця концепція дозволяє простим і природним чином організувати і представити структуру складної системи. Таким чином, ідеї і методи, спрямовані на управління складністю, вироблені в останні десятиліття в області створення програмних систем, дозволяють розробникам моделей в середовищі AnyLogic

організувати мислення, структурувати розробку і, кінець кінцем, спростити і прискорити створення моделей.

Іншою базовою концепцією AnyLogic є представлення моделі як набору тих, що взаємодіють паралельно функціонуючих активностей. Такий підхід до моделювання інтуїтивно дуже зрозумілий і природний у багатьох застосуваннях, оскільки системи реального життя складаються з сукупності активностей, що взаємодіють з іншими об'єктами.

Графічне середовище моделювання AnyLogic підтримує проектування, розробку, документування моделі, виконання комп'ютерних експериментів з моделлю, включаючи різні види аналізу - від аналізу чутливості до оптимізації параметрів моделі відносно деякого критерію.

В результаті AnyLogic не обмежує користувача однією єдиною парадигмою моделювання, що є характерним фактично для усіх інструментів моделювання. У AnyLogic розробник може гнучко використати різні рівні абстрагування, різні стилі і концепції, будувати моделі у рамках тієї або іншої парадигми і змішувати їх при створенні однієї і тієї ж моделі, використати раніше розроблені модулі, зібрані у бібліотеки, доповнювати і будувати свої власні бібліотеки модулів. При розробці моделі на AnyLogic можна використати концепції і засоби з декількох " класичних " областей моделювання, наприклад, в агентній моделі використати методи системної динаміки для представлення змін стану середовища або у безперервній моделі динамічної системи врахувати дискретні події.

Імітаційне моделювання складається з двох великих етапів: створення моделі і аналізу отриманих за допомогою моделі результатів з метою ухвалення рішення.

При детальному розгляді, побудова дійсно корисної імітаційної моделі вимагає великої роботи. Спочатку розробник моделі повинен визначити, які завдання вирішуватимуться з її допомогою. Від мети залежить те, які процеси в реальній системі слід виділити і відбити в моделі, а від яких процесів абстрагуватися, які характеристики цих процесів враховувати, а які

ні, які співвідношення між змінними і параметрами моделі мають бути відбиті в моделі. Цей етап можна охарактеризувати як створення концептуальної(змістовною) моделі. На ній відбувається структуризація моделі, тобто виділення окремих підсистем, визначення елементарних компонентів моделі і їх зв'язків на кожному рівні ієрархії. Побудована модель має бути перевірена з точки зору коректності її реалізації.

Наступний етап - це калібрування або ідентифікація моделі, тобто збір даних і проведення вимірів тих характеристик в реальній системі, які мають бути введені в модель у вигляді значень параметрів і розподілів випадкових величин.

Далі, необхідно виконати перевірку правильності моделі (її валідацію), яка полягає в тому, що вихід моделі перевіряється на декількох тестових режимах, в яких, характеристики поведінки реальної системи відомі або очевидні. Останнім етапом роботи з моделлю є комп'ютерний експеримент, тобто власне те, заради чого і створювалася модель.

Одне з важливих питань - представлення і аналіз результатів моделювання. Для цього в інструментальному середовищі можуть бути використані спеціальні засоби для обробки статистичної інформації, для представлення в структурованому або графічному виді отримання даних, інтеграція із зовнішніми базами даних і т.д.

Етапи комп'ютерного моделювання показані у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Етапи комп'ютерного моделювання

№	Назва етапу	Результат
1	2	3
1	Аналіз системи	Розуміння того, що відбувається в системі, що підлягає аналізу, яка її структура, які процеси в ній протікають

Продовження таблиці 1.2

1	2	3
2	Формулювання цілі моделювання системи	Список завдань, які передбачається вирішити за допомогою майбутньої моделі. Список вхідних і вихідних параметрів моделі, список початкових даних, критерії завершеності майбутнього дослідження
3	Розробка концептуальної структури моделі	Структура моделі, склад істотних процесів, що підлягають відображенню в моделі, зафіксований рівень абстракції для кожної підсистеми моделі(список допущень), опис логіки, що управляє, для підсистем
4	Реалізація моделі в середовищі моделювання	Реалізовані підсистеми, їх параметри і змінні, їх поведінка, реалізована логіка і зв'язки підсистем
5	Реалізація анімаційного представлення моделі	Анімаційне представлення моделі, інтерфейс користувача
6	Перевірка коректності реалізації моделі	Переконавання в тому, що модель коректно відбиває ті процеси реальної системи, які вимагається аналізувати
7	Калібровка моделі	Фіксація значень параметрів, коефіцієнтів рівнянь і розподілень випадкових величин, що відбивають ті ситуації, для аналізу яких модель використовуватиметься
8	Планування і проведення комп'ютерного експерименту	Результати моделювання - графіки, таблиці і тому подібне, відповіді, що дають, на поставлені питання

Об'єктно-орієнтований підхід. AnyLogic використовує об'єктно-орієнтований підхід до представлення складних систем. Цей підхід дозволяє простим і природним чином організувати і представити структуру складної системи за допомогою ієрархії абстракцій. Наприклад, на деякому рівні абстракції автомобіль можна вважати деяким єдиним об'єктом. Але детальніше його можна представити як сукупність взаємодіючих підсистем : двигуна, рульового управління, гальмівної системи і т. п. Кожна з цих

підсистем може бути представлена, якщо це необхідно, своєю структурою взаємодіючих підсистем.

У AnyLogic прийняті два режими виконання моделей: режим віртуального часу і режим реального часу. У режимі віртуального часу процесор працює з максимальною швидкістю без прив'язки до фізичного часу. Цей режим використовується для факторного аналізу моделі, набору статистики, оптимізації параметрів моделі і т. п. Оскільки анімація і інші вікна спостереження за поведінкою моделі зазвичай істотно знижують продуктивність комп'ютера, для підвищення швидкості виконання моделі ці вікна треба закрити.

У режимі реального часу користувач задає зв'язок модельного часу з фізичним часом, тобто встановлюється обмеження на швидкість роботи процесора при виконанні моделі. У цьому режимі задається кількість одиниць модельного часу, які повинні виконуватися процесором в одну секунду. Зазвичай цей режим включається для того, щоб візуально представити функціонування системи в реальному темпі настання подій, проникнути в суть процесів, що відбуваються в моделі.

Інтерактивний аналіз моделі. Багато систем моделювання дозволяють міняти параметри моделі тільки до запуску моделі на виконання. Система AnyLogic надає користувачеві можливість змінювати параметри моделі в ході її функціонування.

Однією з головних переваг AnyLogic є можливість комбінування різних стилів моделювання, що дозволяє відбивати комплексність і неоднородність систем реального світу. Можна комбінувати процесні моделі, побудовані за допомогою Enterprise Library, з моделями системної динаміки або агентними моделями, або ж просто створювати власні об'єкти за допомогою базових елементів AnyLogic і включати їх в діаграму, що описує процес.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА РОБОТИ

2.1 Дослідження методами статистичного аналізу вихідних даних та визначення законів розподілу випадкової величини вантажопотоків

2.1.1 Визначення основних статистичних характеристик

Досліджувана вибірка характеризується такими статистичними показниками як математичне очікування, дисперсія, стандартне відхилення, коефіцієнт варіації. Математичне очікування середнього значення випадкової величини у генеральній сукупності визначається за формулою [10]:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (2.1)$$

де n – кількість спостережень;

x_i – значення випадкової величини у i -му спостереженні.

Дисперсія характеризує міру розсіювання випадкової величини відносно її середнього значення і знаходиться за формулою [11]:

$$S^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2. \quad (2.2)$$

Стандартне відхилення являє собою додатний корінь квадратний із дисперсії та обчислюється за формулою [11]:

$$\sigma = \sqrt{S^2} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}. \quad (2.3)$$

Коефіцієнт варіації використовується як відносна оцінка характеристики розсіювання випадкової величини і являє собою процентне відношення вибіркового стандартного відхилення до вибіркового середнього [12]:

$$v = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100\% . \quad (2.4)$$

2.1.2 Розбиття варіаційного ряду на групи (інтервали)

Ця операція називається табулюванням або групуванням [11]. Як правило, ширину інтервалу приймають однаковою для всіх інтервалів. Приблизно кількість інтервалів можна визначити за формулою Стреджеса [11]:

$$k = 1 + 3,222 \lg n , \quad (2.5)$$

де n – кількість спостережень. В нашому випадку $n = 58$.

2.1.3 Оцінка узгодженості теоретичного і емпіричного законів розподілу

Для перевірки гіпотези про закони розподілу [10] у програмі STATISTICA необхідно відкрити файл даних у модулі Nonparametric/Distribution. У верхній частині вікна статистичних процедур

модуля вибрати опцію *Distribution fitting*. У списках правої частині вікна вибрати необхідний закон розподілу випадкових величин та натиснути кнопку ОК. На екрані відкриється діалогове вікно *Fitting Continuous Distributions* – Підгонка неперервних розподілів чи *Fitting Discrete Distributions* – Підгонка дискретних розподілів в залежності від обраного закону розподілу.

У списку *Distribution* – Розподіл обираємо необхідний закон розподілу (у даному випадку експоненційний). У полі вводу *Number of Categories* необхідно вказати кількість інтервалів, на які буде розділена вибірка для проведення аналізу.

У полях вводу *Lower limit* – Нижня границя та *Upper limit* – Верхня границя вказуються відповідно найменше та найбільше значення з чисел у досліджуваній вибірці.

Натиснувши кнопку *Plot of observed and expected distribution* отримаємо графічний вигляд розподілу досліджуваної вибірки.

Після цього можна зробити висновок про відповідність емпіричного розподілу обраному теоретичному. Для цього задаються рівнем значущості, який зазвичай дорівнює 0,05 чи 0,1. Гіпотезу про те, що даний емпіричний розподіл відповідає обраному теоретичному закону розподілу можна прийняти за критерієм Колмогорова-Смирнова – у випадку, коли гранична імовірність прийняття гіпотези перевищує заданий рівень значущості, або є несуттєвою (n.s.); чи за критерієм Пірсона (χ^2) – у випадку, коли гранична імовірність прийняття гіпотези перевищує заданий рівень значущості [11].

2.1.4 Аналіз статистичних даних

В результаті обробки статистичних даних підприємства отримуємо вибірку, що має 58 значень:

1,4; 0,95; 0,88; 2,4; 0,32; 0,5; 1,3; 2; 1,1; 0,57; 0,58; 0,85; 0,46; 1,35; 2,1; 0,3; 0,29; 0,92; 2,1; 1,75; 1,4; 0,1; 0,89; 0,2; 0,9; 0,45; 0,7; 0,97; 2,15; 0,8; 2,3; 1,2; 1,6; 0,3; 0,9; 0,1; 0,94; 1,9; 0,24; 1,7; 0,8; 0,47; 0,31; 2,5; 0,27; 1,12; 0,25; 0,91; 1,5; 0,92; 0,4; 2,7; 0,85; 0,12; 0,98; 0,23; 0,94; 3.

Розташовуємо значення за зростанням:

0,1; 0,1; 0,12; 0,2; 0,23; 0,24; 0,25; 0,27; 0,29; 0,3; 0,3; 0,31; 0,32; 0,4; 0,45; 0,46; 0,47; 0,5; 0,57; 0,58; 0,7; 0,8; 0,8; 0,85; 0,85; 0,88; 0,89; 0,9; 0,9; 0,91; 0,92; 0,92; 0,94; 0,94; 0,95; 0,97; 0,98; 1,1; 1,12; 1,2; 1,3; 1,35; 1,4; 1,4; 1,5; 1,6; 1,7; 1,75; 1,9; 2; 2,1; 2,1; 2,15; 2,3; 2,4; 2,5; 2,7; 3.

Виконаємо розрахунки за формулами (2.1) – (2.4) в програмі Microsoft Office Excel та зведемо отримані результати до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Основні статистичні характеристики

Математичне очікування, \bar{x}	Дисперсія, S^2	Стандартне відхилення, σ	Коефіцієнт варіації, v
1,002	0,569	0,754	0,753

За допомогою програми STATISTICA [10] встановлюємо теоретичний закон розподілу.

Тепер необхідно визначити кількість інтервалів вибірки. Для цього скористаємося формулою Стреджеса (2.5):

$$k = 1 + 3,222 \cdot 1,7634 = 6,681.$$

Отже приймаємо 7 інтервалів.

У програмі STATISTICA проводимо необхідні дії, в результаті яких будемо графік розподілу випадкових величин даної вибірки, який зображений на рисунку 2.1 та на слайді 2.

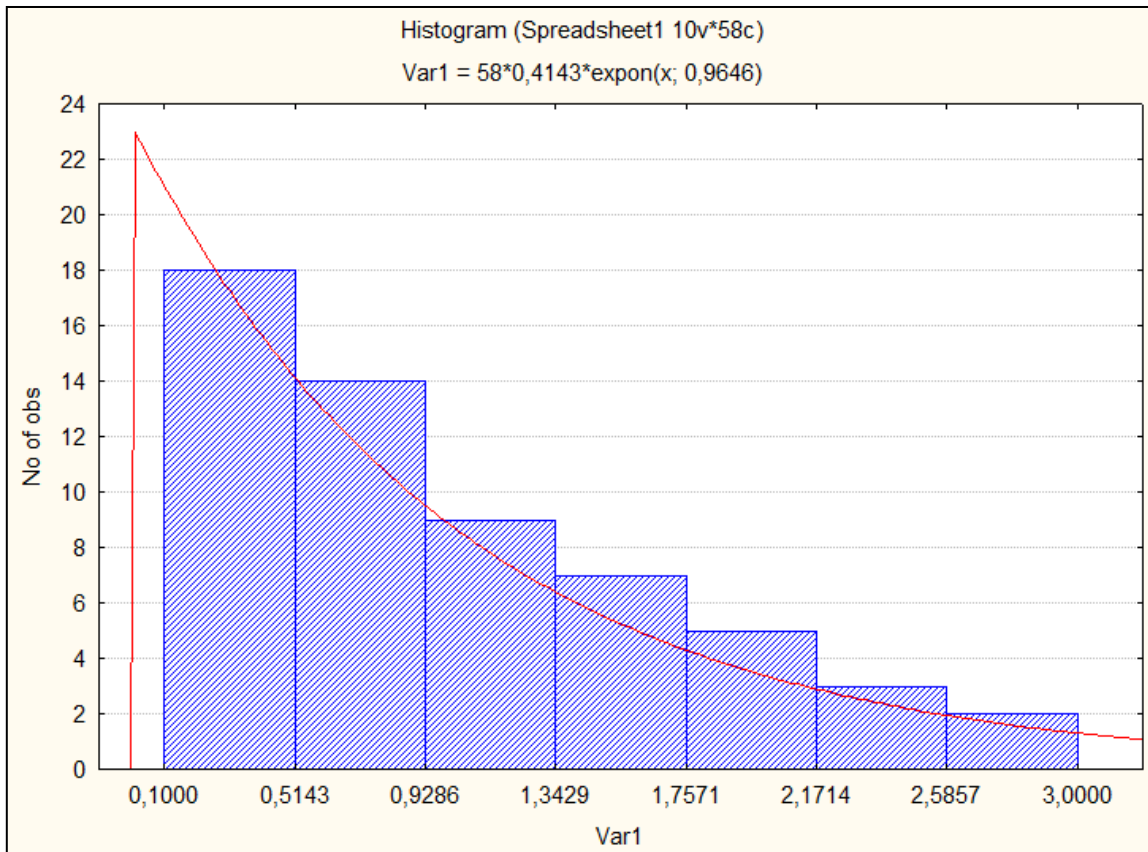


Рисунок 2.1 – Розподіл вибірки

2.2 Розробка моделі у програмі AnyLogic

Імітаційне моделювання - це метод дослідження, при якому досліджувана система замінюється моделлю, з достатньою точністю описує реальну систему і з нею проводяться експерименти з метою отримання інформації про цю систему. Експериментування з моделлю називають імітацією (імітація - це збагнення суті явища, не вдаючись до експериментів на реальному об'єкті) [12].

Часто імітаційна модель використовується як модуль більшої системи ухвалення рішення, отриманої в режимі реального часу дані моніторингу стану керованої системи, що оцінює, до яких наслідків може привести

поточна ситуація, і що пропонує оптимальне (чи просто раціональне) рішення, що управляє, для мінімізації негативних наслідків розвитку системи в майбутньому.

До імітаційного моделювання вдаються, коли:

- дорого або неможливо експериментувати на реальному об'єкті;
- неможливо побудувати аналітичну модель: в системі є час, причинні зв'язки, наслідок, не лінійності, стохастичні (випадкові) змінні;
- необхідно зімітувати поведінку системи в часі.

Мета імітаційного моделювання полягає у відтворенні поведінки досліджуваної системи на основі результатів аналізу найбільш суттєвих взаємозв'язків між її елементами або іншими словами - розробці симулятора (англ. *simulation modeling*) Досліджуваної предметної області для проведення різних експериментів.

Імітаційне моделювання дозволяє імітувати поведінку системи в часі. Причому плюсом є те, що часом в моделі можна управляти: уповільнювати у випадку з швидкоплинними процесами і прискорювати для моделювання систем з повільною мінливістю. Можна імітувати поведінку тих об'єктів, реальні експерименти з якими дороги, неможливі або небезпечні. З настанням епохи персональних комп'ютерів виробництво складних і унікальних виробів, як правило, супроводжується комп'ютерним тривимірним імітаційним моделюванням. Ця точна і відносно швидка технологія дозволяє накопичити всі необхідні знання, обладнання та напівфабрикати для майбутнього виробу до початку виробництва. Комп'ютерне 3D моделювання тепер не рідкість навіть для невеликих компаній.

Кожна модель або представлення об'єкта засобами, відмінними від його реального змісту є формою імітації. Імітаційне моделювання є досить широким і недостатньо вираженим поняттям. Воно дає можливість експериментувати з системами у тих випадках, коли зробити це на реальному об'єкті неможливо або недоцільно. Імітаційне моделювання є

одним з найефективніших методів дослідження систем та кількісної оцінки характеристик їх функціонування.

При імітаційному моделюванні динамічні процеси об'єкту замінюються процесами, що імітуються в абстрактній моделі, але з дотриманням алгоритмів функціонування оригінала. Імітаційне моделювання дозволяє розглядати процеси, що відбуваються в системі практично на будь-якому рівні деталізації. В імітаційній моделі можна реалізувати будь-який алгоритм поведінки системи. Все це служить причиною того, що імітаційні методи моделювання на сучасному етапі стають основними методами дослідження складних систем.

Суть імітаційного моделювання полягає в наступному:

- відтворення з необхідною достовірністю поведінки окремих елементів системи в процесі реалізації нею функції системи;
- накопичення статистичних даних про поведінку елементів;
- статистична обробка цих даних для отримання статистичних оцінок кількісних характеристик законів розподілу оцінюваних показників ефективності.

Процес створення моделей проходить декілька стадій. Він починається з вивчення реальної системи, її внутрішньої структури та взаємозв'язків між її елементами, а також зовнішніх впливів і завершується розробкою моделі.

В загальному плані імітаційне моделювання передбачає такі етапи як розробка концептуальної моделі; підготовка вихідних даних; вибір засобів моделювання; розробка програмної моделі; перевірка адекватності та коригування моделі; планування машинних експериментів; моделювання («прогони»); аналіз результатів моделювання.

Для одного й того ж об'єкту можна скласти безліч моделей. Вони будуть відрізнятися ступенем деталізації і врахування тих чи інших особливостей режимів функціонування об'єкту. Тому усі етапи імітаційного моделювання пронизані заздалегідь сформульованою метою дослідження.

Мета моделювання: при впровадженні системи адресного зберігання вантажів на складах Департаменту управління матеріалами визначити оптимальну кількість електронавантажувачів на складі для підвищення ефективності вантажопереробки вхідних потоків вантажів. Досліджувана схема та схема розміщення стелажів при системі адресного зберігання зображені на слайдах 3 та 4.

2.2.1 Створення концептуальної моделі

Концептуальна(змістовна) модель - це абстрактна модель, що визначає структуру модельованої системи, властивості її елементів і причинно-наслідкові зв'язки, властиві системі і істотні для досягнення мети моделювання.

У концептуальній моделі наводяться відомості про параметри елементарних явищ досліджуваного об'єкта, про вид і ступеня взаємодії між ними, про місце і значення кожного елементарного явища в загальному процесі функціонування об'єкта [12].

Модель об'єкта представляється у вигляді сукупності частин (елементів). У цю сукупність включаються всі частини, які забезпечують збереження цілісності об'єкта, з одного боку, а з іншого - досягнення поставлених цілей моделювання.

У впровадженій стелажній системі зберігання вантажів одне тарне місце може містити :

- деталі або вузли однієї номенклатури;
- деталі і вузли різної номенклатури, що формують комплект для виробництва одного або декількох однакових вузлів. Видається споживачеві без порушення комплектності;

- різні деталі і вузли у збірному постачанні, які можуть знаходитися в тарному місці, упакованими в первинну тару/упаковку(картонні коробки, пластикові пакети і так далі), а також без упаковки(насипом, в зв'язках). Застосовується також комбінований спосіб упаковки - в первинній тарі і насипом). Такий спосіб укладання обумовлений необхідністю зниження і уніфікації ваги тарного місця, або досягненням компактності упаковки для зниження об'єму займаного вантажем.

Вантажі, що знову поступили, розвантажуються на шлюзах, а потім спрямовуються в митні зони. При цьому на 2-й поверх подаються комплектуючі зварювального виробництва і комплектуючі, що вимагають розпаковування і перекладання.

На першому поверсі залишаються комплектуючі складального виробництва, що приймаються по рахунку без перекладання, а також група метизів.

Після проходження митного очищення на нижніх митних майданчиках, вантаж приймається складом, перераховується і встановлюється на стелажі. Вантажу привласнюється адреса. Інформація про нього заноситься в систему.

Після проходження митного очищення на верхньому митному майданчику, вантаж приймається складом, при необхідності розпаковується, перераховується, перекладається, формується в тарне місце, а потім:

- комплектуючі зварювального виробництва встановлюються в штабель для зберігання до запитання виробництвом;
- складальні комплектуючі, а також комплектуючі для цехів, що виконують складання вузлів, опускаються вниз, де встановлюються в стелажі або спрямовуються в склад підборок.

Етапи розробки моделі показані на слайді 5. Концептуальна модель транспортно-складських процесів Департаменту управління матеріалами представлена на рисунку 2.2 та на слайді 6.

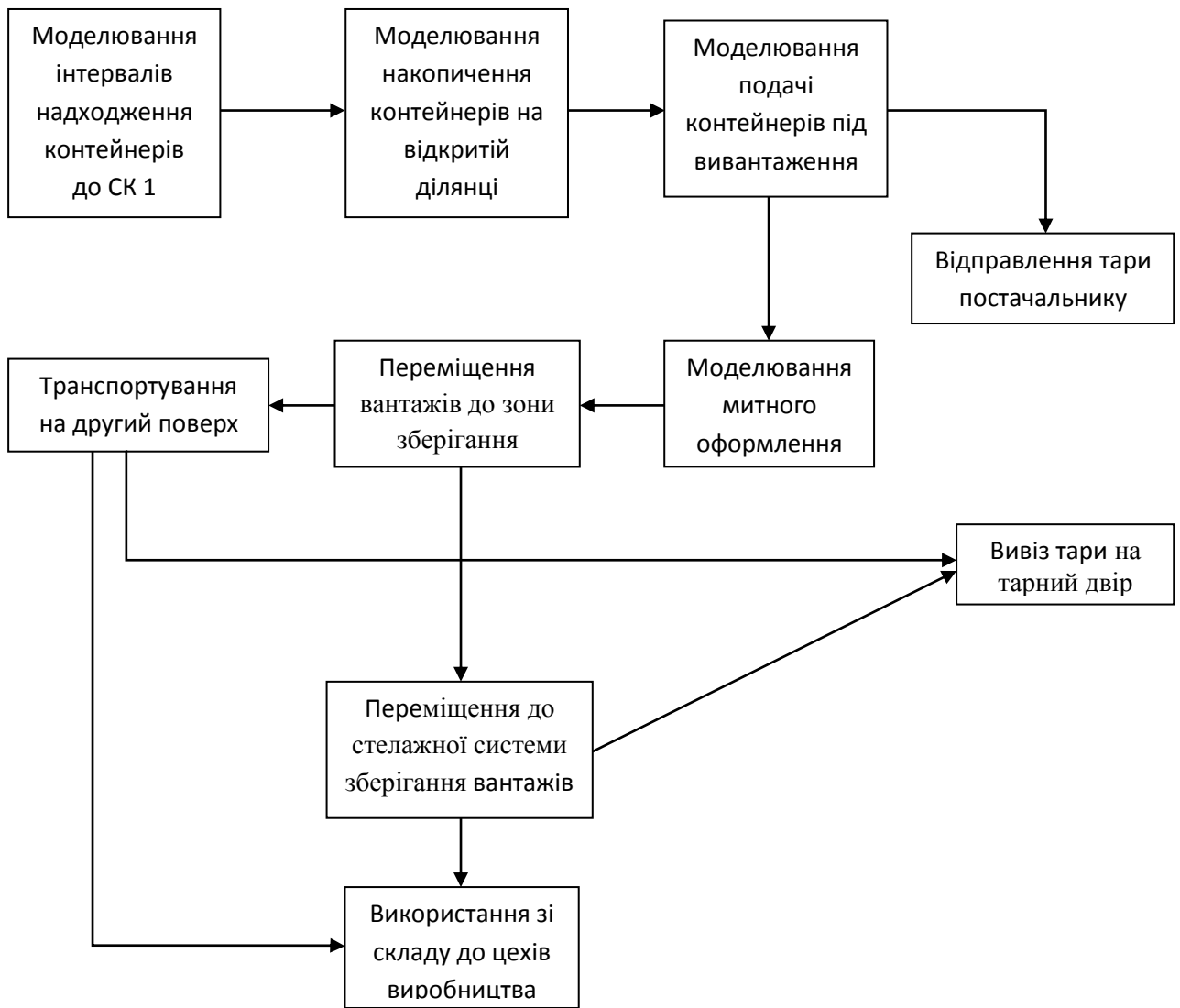


Рисунок 2.2 – Концептуальна модель СК№1 ДУМ

2.2.2 Створення анімації моделі та транспортної мережі

Створюємо для даної концептуальної моделі в середовищі комп'ютерного моделювання загального призначення модель в системі AnyLogic [9].

Створюємо анімацію моделі, так як саме вона визначатиме структуру

моделі – її транспортну мережу. Транспортна мережа задається групою фігур: прямокутники задають вузли мережі, а лінії – зв'язки між ними, що відіграють роль шляхів руху заявок та ресурсів у модельованому просторі.

Для створення анімації використовуємо палітру *Презентація*, що містить набір елементарних фігур, за допомогою яких можемо створити відповідне зображення. Додаємо зображення складу Департаменту управління матеріалами, а далі поверх цього плану моделюємо транспортну мережу, по якій будуть рухатися заявки та ресурси (рисунок 2.3 та слайд 8).

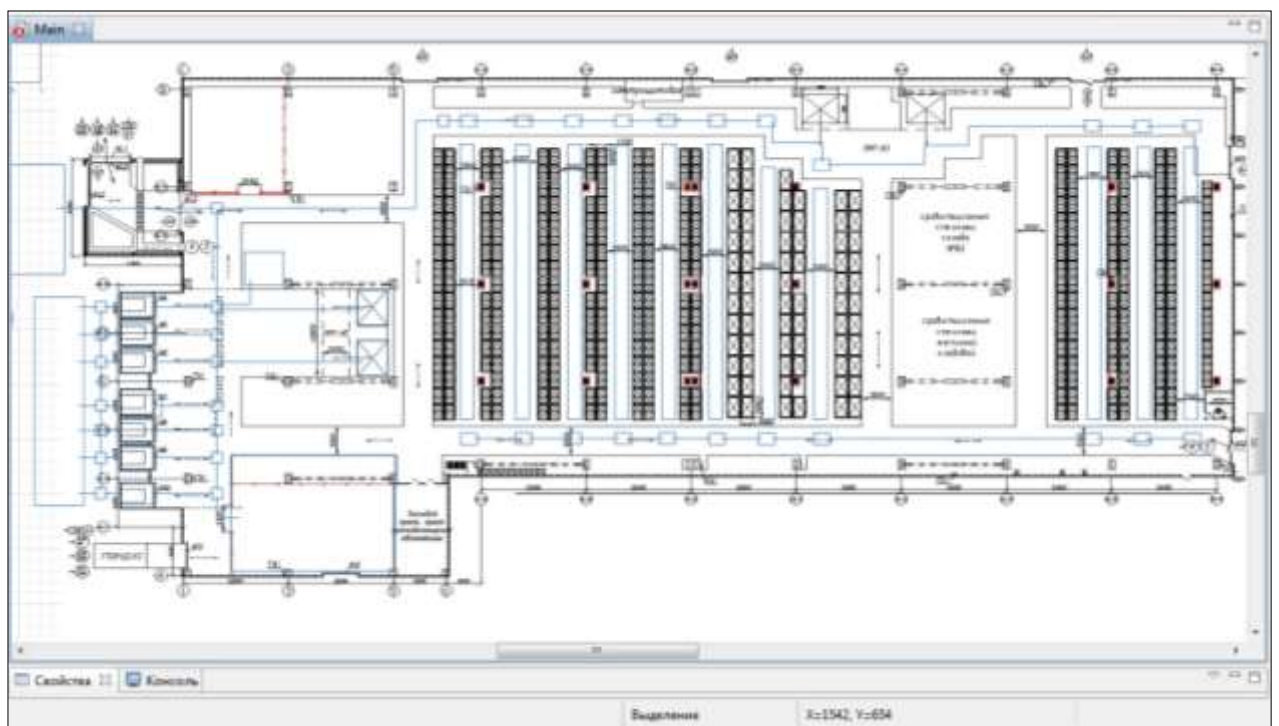


Рисунок 2.3 – Створення анімації моделі

Усі фігури транспортної мережі об'єднуємо в групу *group*. На базі елементів цієї групи, яку потім буде вказано у відповідному параметрі конфігураційного об'єкту мережі, буде сконструйована логічна структура мережі.

Наступним додаємо об'єкт *Network*. Цей об'єкт керує мережевими ресурсами. У властивостях об'єкту *Network* вказуємо групу фігур мережі –

group. Після створення об'єкт *Network* проходить в циклі усі фігури, щоб збудувати логічну структуру мережі. Об'єкт *Network* обов'язково повинен бути з'єднаний з об'єктами *NetworkResourcePool*, які задають ті мережеві ресурси, які повинні бути досяжні в цій мережі. В даній концептуальній моделі маємо 12 електронавантажувачів. Отже додаємо 12 об'єктів *NetworkResourcePool* та з'єднуємо їх з об'єктом *Network* (рисунок 2.4). Ресурсам задаємо вузол базового положення, який має належати до транспортної мережі. В нашому випадку базовий вузол *rectangle3* для ресурсу *fork1*. А також встановлюємо швидкість переміщення від базового вузла - 940 од. (встановлюємо середню швидкість навантажувача 10 км/год, що дорівнює 2,8 м/с, а дана швидкість відповідає 940 од. в програмі AnyLogic).

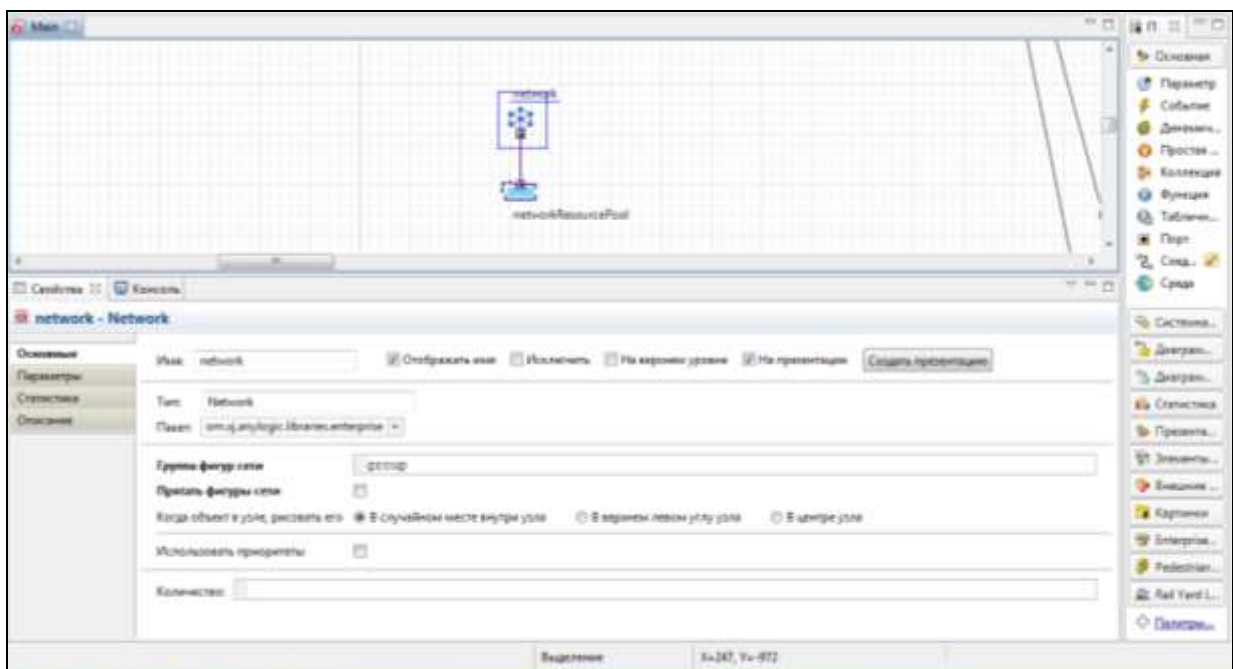


Рисунок 2.4 – Визначення транспортної мережі та ресурсів

2.4 Побудова діаграм процесів

Далі необхідно побудувати діаграму процесів. Діаграма процесу створюємо шляхом додання об'єктів бібліотеки з палітри на діаграму класу активного об'єкту, з'єднання портів даних об'єктів та змінення властивостей згідно з вихідними даними для розрахунку.

Діаграма процесу починається з елементу *source*, який генерує потік заявок та має один порт *Out* (рисунок 2.5). Заявки представляють собою об'єкти які створюються, обробляються, обслуговуються, або піддаються дії модельованого процесу. У нашому випадку заявками є автомобільні фури та залізничні состави, що прибувають з машинокомплектами для розвантаження до складів ДУМ (слайд 7).



Рисунок 2.5 – Фрагмент програми моделювання надходження автомобільних фур та залізничних составів до складів ДУМ

Інтервали між прибуттям контейнерів з машинокомплектами визначаються експоненціальним законом розподілу.

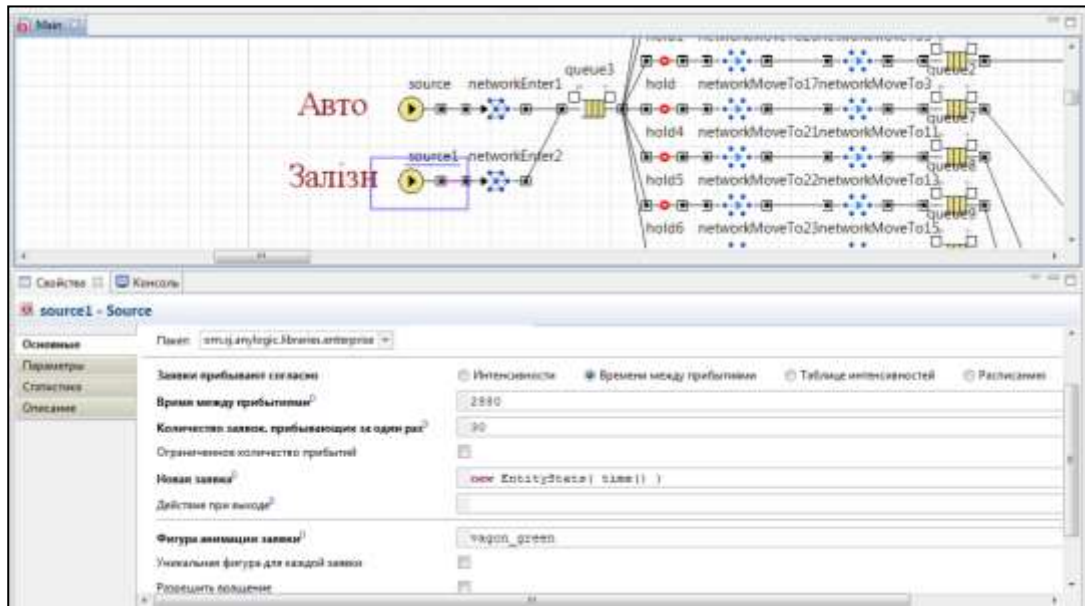


Рисунок 2.7 – Властивості елемента *source* для залізничного транспорту

Наступним елементом процесу є *networkEnter*. Використовується при моделюванні транспортних мереж. Реєструє заявку в мережі і поміщає її в заданий вузол мережі. Після додавання в мережу заявка може переміщатися по мережі і використати мережеві ресурси. Заявка не може одночасно знаходитися відразу в декількох мережах, тому перед додаванням в іншу мережу вона має бути спочатку видалена з поточної мережі за допомогою об'єкту *NetworkExit*. Крім того, можна задати швидкість переміщення заявки по мережі(яку згодом можна буде змінити).

В його властивостях (рисунок 2.8) встановлюємо вузол входу об'єктів, та їх швидкість. Він вводить заявки у нашу транспортну мережу. Також у властивостях елемента *networkEnter* обов'язково вказується назва транспортної мережі, яка буде використовуватися, в даному випадку *network*. Після цього заявка може переміщуватися в мережі та використовувати мережеві ресурси.

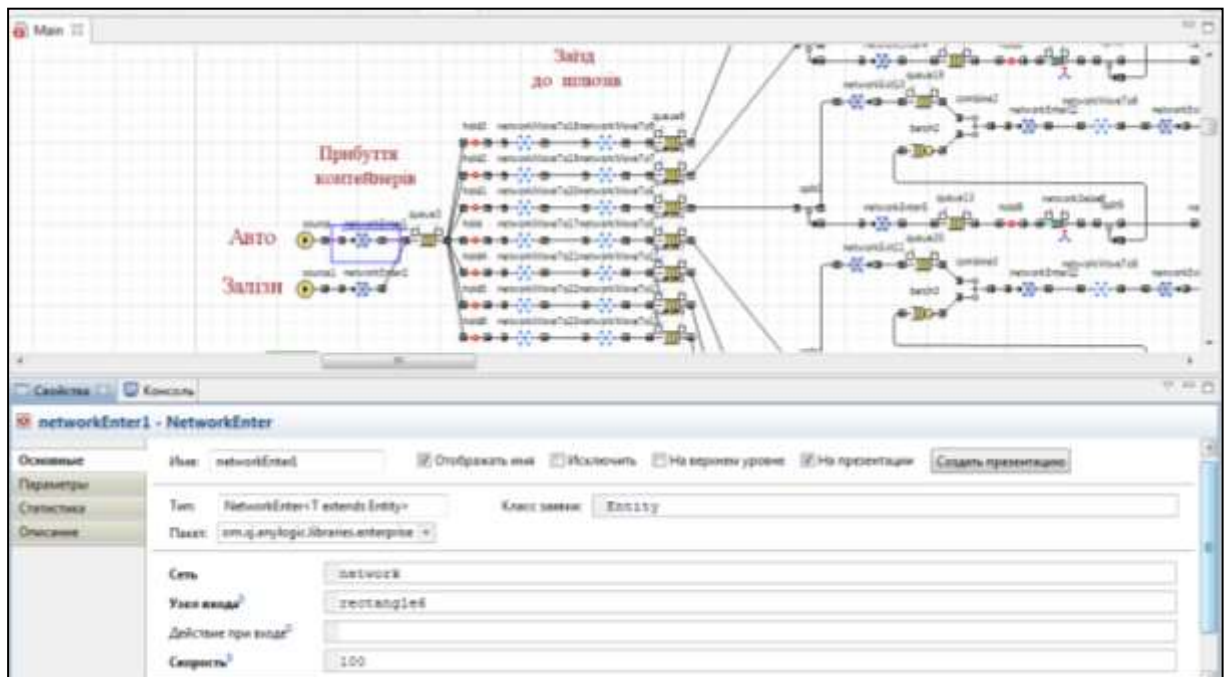


Рисунок 2.8 – Властивості елемента *networkEnter*

Об'єкт *Queue* моделює чергу заявок, очікуючих прийому об'єктами, що йдуть за даним в потоковій діаграмі, або ж сховищі заявок загального призначення. При необхідності можна задати максимальний час очікування заявки в черзі. Також можливо програмно витягати заявки з будь-яких позицій в черзі. У властивостях даного об'єкту зазначаємо максимальну місткість черги (рисунок 2.9).

Елемент *hold* - об'єкт бібліотеки Enterprise Library, він блокує/розблоковує потік заявок на певній ділянці блок-схеми. Якщо об'єкт знаходиться в заблокованому стані, то заявки не поступатимуть на його вхідний порт і чекатимуть, поки об'єкт не буде розблокований. Отже, в момент, коли до шлюзу прибув контейнер під розвантаження, потік інших контейнерів блокується, доки попередній не буде повністю розвантажений. Елемент *hold* не зберігає заявки, тому необхідно використати перед ним елемент *queue*, який буде накопичувати згенеровані заявки до моменту розблокування об'єкту *hold*.

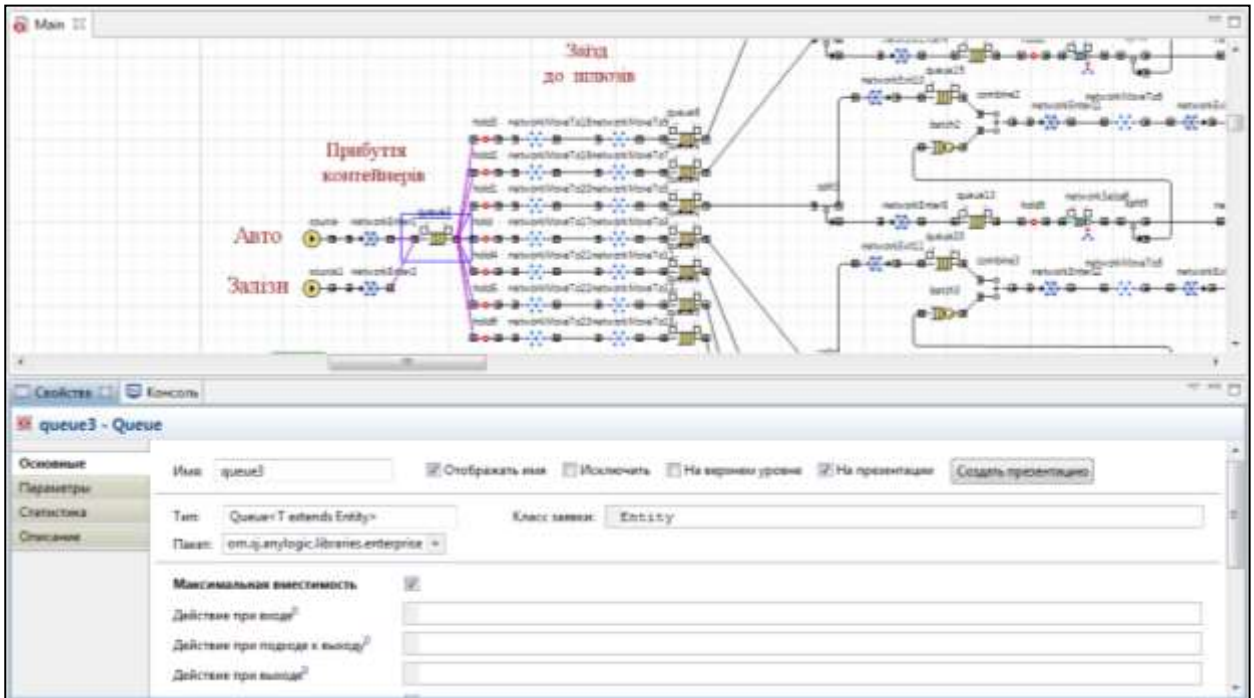


Рисунок 2.9 – Властивості елемента *Queue*

Об'єкт *NetworkMoveTo* використовується при моделюванні транспортних мереж. Переміщає заявку в нове місце мережі. Якщо до заявки приєднані якісь ресурси, то вони переміщуються разом із заявкою. При цьому незалежно від швидкості ресурсів переміщатися така група із заявки та її ресурсів буде із швидкістю заявки. Час, який заявка проведе в цьому об'єкті, дорівнюватиме довжині найкоротшого з можливих шляхів з поточного місця розташування заявки у вузол призначення, поділеної на швидкість заявки. Можна динамічно змінювати цю швидкість за допомогою методу `entity.setNetworkSpeed()`. Заявка відобразатиметься на анімації мережі, рухається уздовж вибраного маршруту. У властивостях *NetworkMoveTo* (рисунок 2.10) вказуємо вузли входу та дію при вході – код, який виконується при потраплянні заявки до об'єкту.

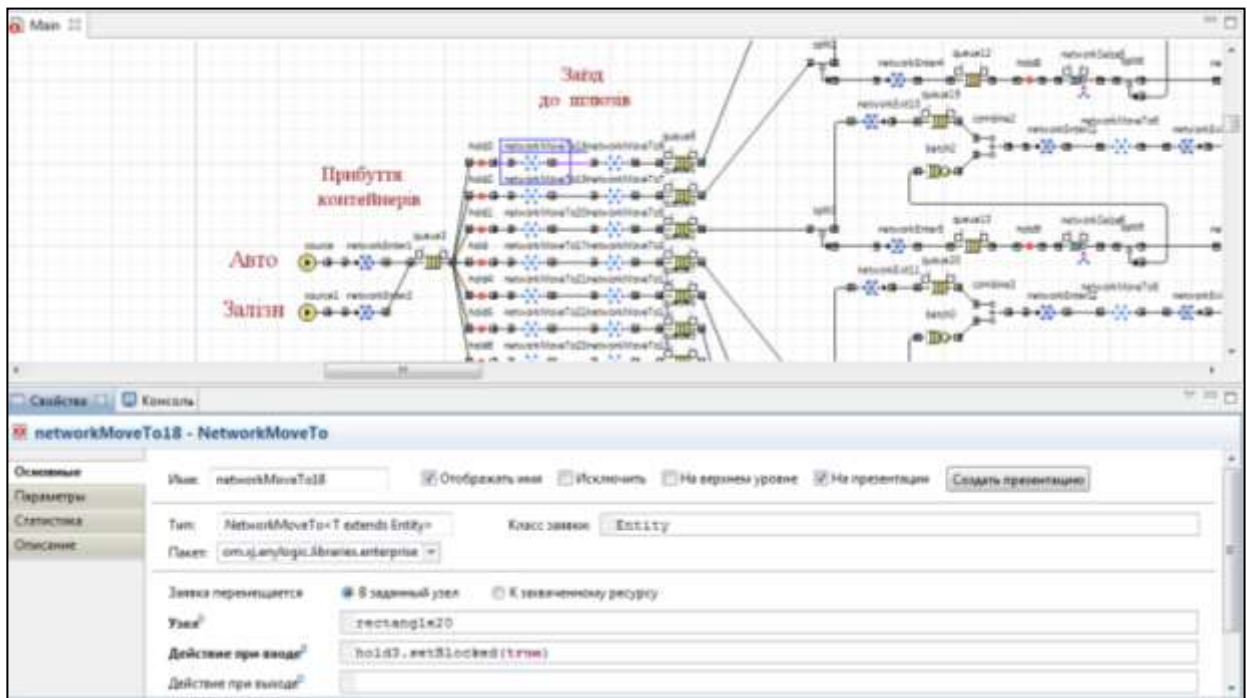


Рисунок 2.10 – Властивості елемента *NetworkMoveTo*

Наступним важливим об'єктом є *Split* - об'єкт бібліотеки Enterprise Library. Для кожної заявки (називатимемо її заявкою-оригіналом), що поступає, об'єкт створює задане число нових заявок (називатимемо їх заявками-копіями) і пересилає їх далі через порт *outCopy*. У нашому випадку цей елемент створює з поступаючої заявки – контейнера, заявки-копії – піддони. У властивостях елемента *Split* встановлюємо кількість копій – 20 од, та вказуємо фігуру анімації копії *poddon* (рисунок 2.11).

Створювані об'єктом заявки можуть бути будь-якого типу, вони можуть мати бути копіями заявки, що поступила в об'єкт, а можуть і якимось інакше залежати від її вмісту. Кількість створюваних заявок може змінюватися динамічно.

Уся операція виконується впродовж нульового часу - як тільки заявка входить в об'єкт *Split*, вона тут же покидає його разом із створеними заявками. Є два місця, де можна ініціалізувати нову заявку: параметри Нова заявка і Дія при виході копії. У кодах обох цих параметрів заявка-оригінал доступна як *original*, а номер створеної заявки - як *index*.

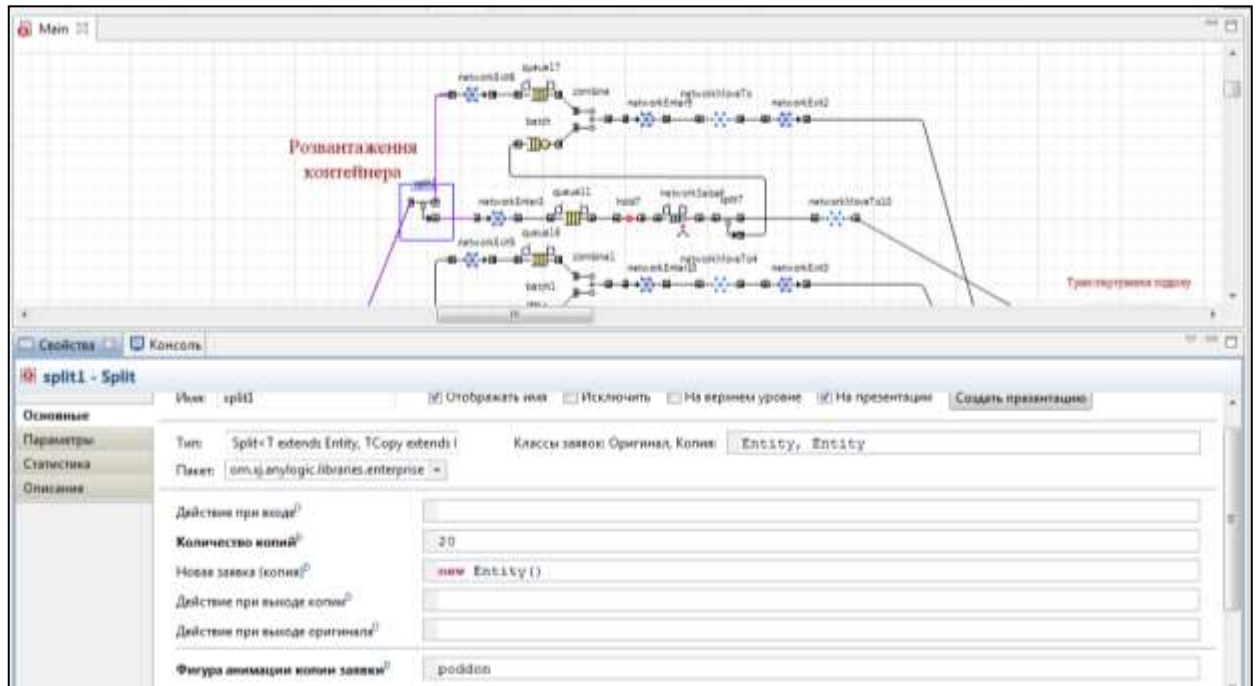


Рисунок 2.11 – Властивості елемента *Split*

Об'єкт *NetworkSeize* бібліотеки Enterprise Library використовується при моделюванні транспортних мереж. Об'єкт захоплює для заявки задану кількість мережевих ресурсів. При необхідності може пересилати захоплені ресурси в задане місце мережі і(знову ж таки, при необхідності) приєднувати їх до заявки.

Об'єкт можна розглядати як чергу *Queue* заявок, очікуючих ресурсів, за якою можуть йти об'єкти *NetworkSendTo* і *NetworkAttach*. Спочатку ресурси просяться для першої заявки з черги, і доки ця заявка не захопить ресурси (чи не покине об'єкт з якої-небудь іншої причини), ресурси для подальших заявок не виділяються(навіть якщо вони і могли б бути виділені).

Посилатися і/або приєднуватися до заявки можуть тільки ресурси, що рухаються, або переносні ресурси у супроводі тих, що рухаються. Тому якщо спробувати переслати за допомогою об'єкту *NetworkSeize* статичний ресурс або переносний ресурс без супроводу ресурсів, що рухаються, об'єкт видасть помилку.

Заявка, очікуюча ресурсу (чи прибуття відісланих ресурсів) відображається на анімації у випадковій точці усередині вузла(якщо не задана інша фігура шаблону анімації).

В нашій моделі об'єктами *NetworkSeize* є навантажувачі. При проєктованому варіанті встановлюємо кількість 12 од. в об'єкті *NetworkResourcePool*. Також вказуємо «Місткість черги» та «Дію при вході» (рисунок 2.12).

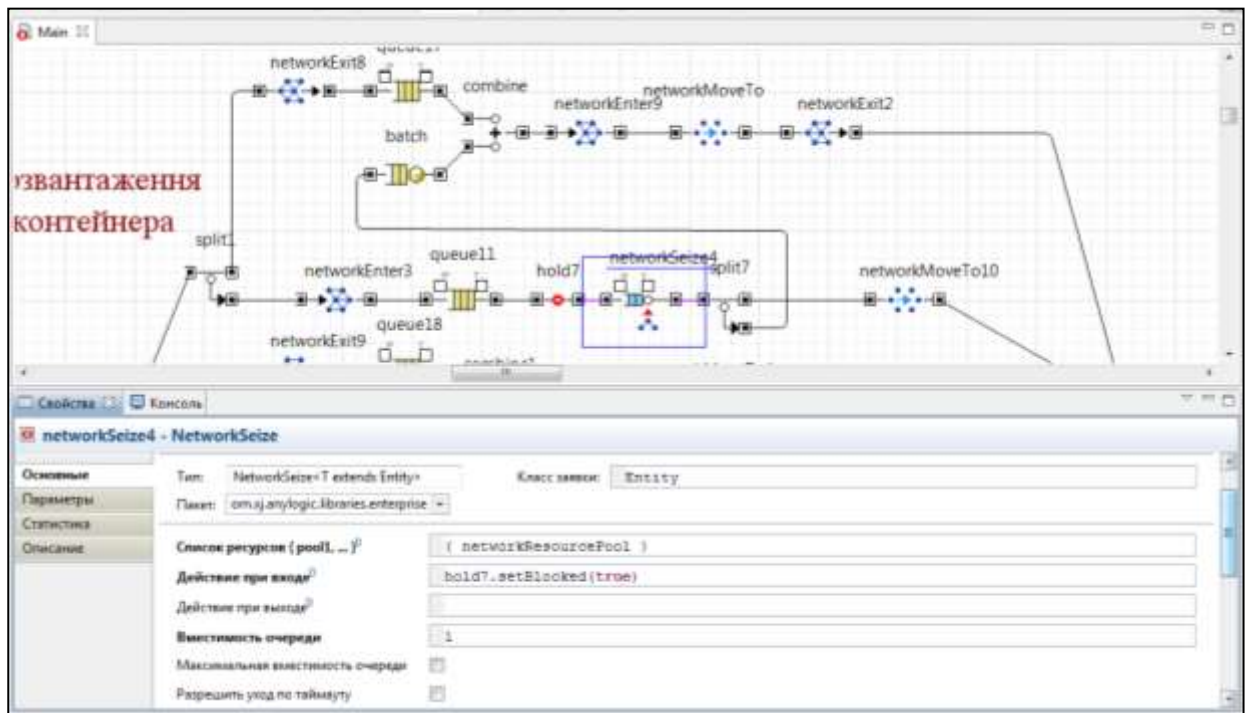


Рисунок 2.12 – Властивості об'єкту *NetworkSeize*

Об'єкт *NetworkExit* бібліотеки Enterprise Library використовується при моделюванні транспортних мереж. Видаляє заявку з мережі. Заявка при цьому перестає відображатися на анімації мережі.

При видаленні заявки з моделі (наприклад, за допомогою об'єкту *Sink*) вона обов'язково має бути заздалегідь видалена з мережі(якщо на момент видалення вона в ній знаходиться).

Об'єкт *Batch* перетворить задану кількість заявок, що поступають в об'єкт, в одну заявку-партію. Цей об'єкт містить усередині чергу (об'єкт типу *Queue*), в якій зберігаються заявки, що входять. При накопиченні кількості заявок, рівної заданому Розміру партії, створюється одна нова заявка (заявка-партія), яка миттєво покидає об'єкт.

Партія може бути постійною або тимчасовою. При створенні постійної партії заявки, що зберігаються в черзі, знищуються(при цьому властивості заявки-партії можуть якимось чином залежати від властивостей цих заявок), тоді як при створенні тимчасової партії усі ці заявки додаються у вміст заявки-партії і можуть бути згодом витягнуті звідти за допомогою об'єкту *Unbatch*.

У властивостях цього елемента вказуємо розмір партії та назву нової партії (рисунок 2.13).

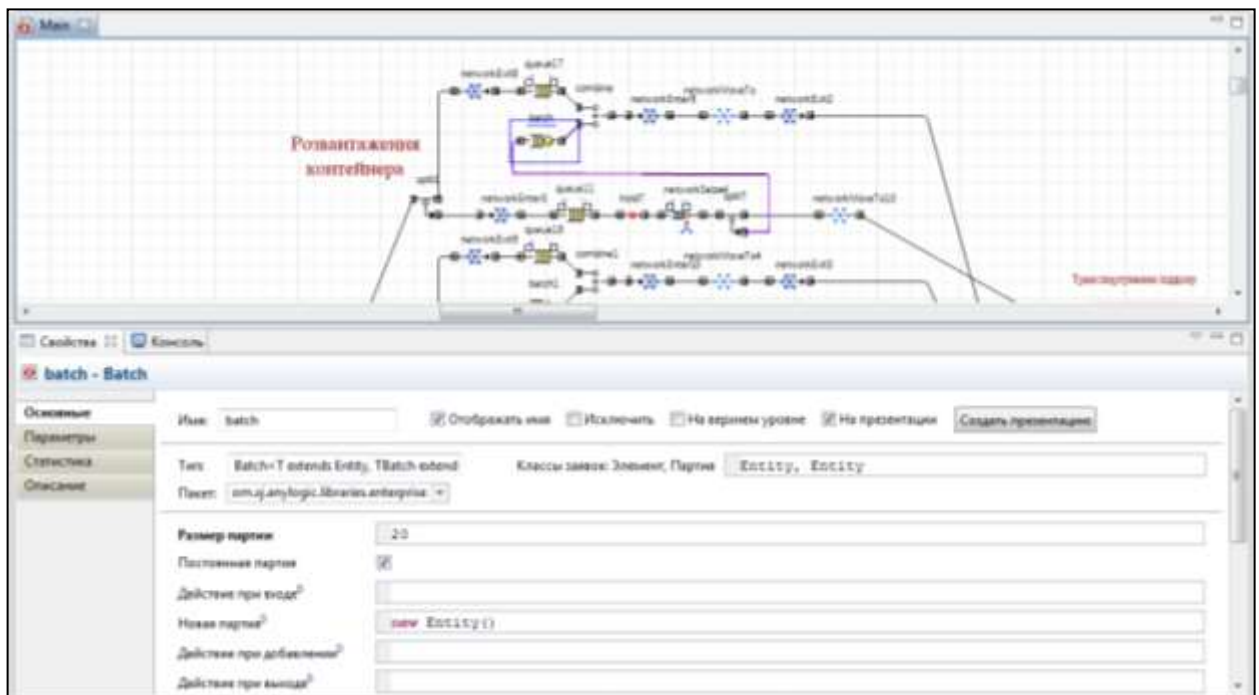


Рисунок 2.13 – Властивості об'єкту *Batch*

Об'єкт *Combine* чекає вступу двох заявок в порти *in1* і *in2*(у довільному порядку), а потім створює нову заявку і направляє її на вихідний

порт. Заявка, що прибуває першою, зберігається усередині об'єкту, поки не прийде інша. Як тільки прибуває інша заявка, створена заявка відразу ж покидає об'єкт.

Нова заявка може бути будь-якою із заявок, що спочатку поступили в об'єкт, а може бути і абсолютно новою, чії властивості можуть залежати від властивостей первинних заявок.

Об'єкт *Combine* може використовуватися для різних цілей. По-перше, він може служити точкою синхронізації, що дозволяє одній заявці продовжувати свій рух тільки після приходу інший. По-друге, можна використати об'єкт *Combine* для возз'єднання заявки з її копією/спорідненою заявкою, створеною об'єктом *Split*. По-третє, *Combine* може служити альтернативою об'єкту *Pickup*, якщо вимагається підібрати тільки одну заявку: для цього треба просто написати `entity.addEntityToContents(entity2)` в кодї Дії при виході.

В цьому об'єкті можуть знищуватися заявки. Але оскільки об'єкт не знає, які саме заявки будуть знищені, він не перевіряє виконання у заявок умов, необхідних для їх знищення.

При використанні об'єкту *Batch* отримуємо після вивантаження 20-ти піддонів порожній контейнер, де надалі об'єкт *Combine* створює нову заявку і направляє її на вихідний порт, тобто відправляє порожній контейнер назад до постачальника. А в свою чергу елемент *Sink* знищує заявки, що поступили. Зазвичай використовується як кінцева точка потоку заявок. Для того, щоб заявки видалялися з моделі і знищувалися, треба з'єднуємо вихідний порт останнього блоку процесної діаграми з портом об'єкту *Sink*.

У властивостях об'єкту *Combine* (рисунок 2.14) вказуємо фігуру анімації *box*.

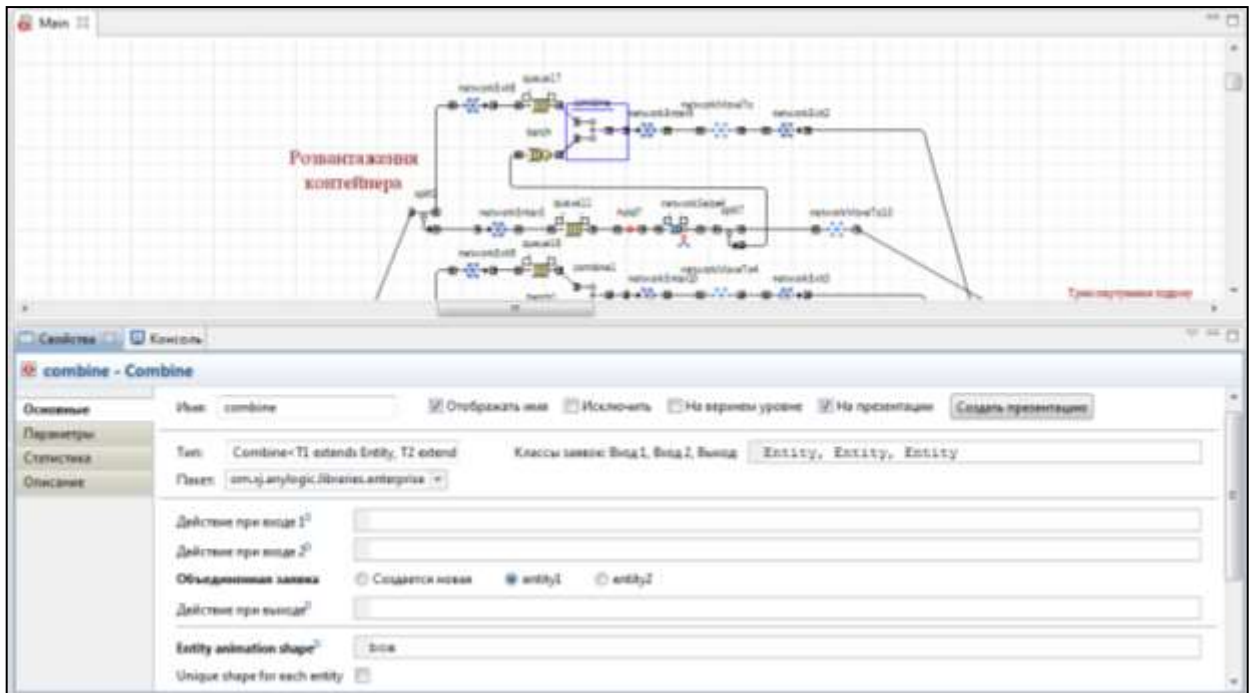


Рисунок 2.14 – Властивості елементу *Combine*

Наступними діями є відправлення піддонів до митного контролю. Елемент *NetworkRelease* використовується при моделюванні транспортних мереж. Звільняє все або якісь певні мережеві ресурси (раніше захоплені заявкою за допомогою об'єкту *NetworkSeize*). У разі звільнення якихось певних ресурсів, вони вибираються із загального числа захоплених ресурсів згідно із заданим Списком ресурсів. Якщо заявка володіє, скажімо, двома ресурсами, заданими об'єктом *hauler* і трьома, заданими об'єктом *loader*, і користувач задає список ресурсів, що звільняються {*hauler, hauler, loader*}, те будуть звільнені обоє захоплених заявкою ресурсу типу *hauler* і перший ресурс *loader* зі списку захоплених ресурсів.

Уся операція займає нульовий час. Якщо звільняється ресурс, що рухається, можна як залишити його в поточному вузлі мережі, так і повернути його в його базове місце розташування. Відразу після звільнення мережа перевірить, чи не були тільки що звільнені ресурси запрошені іншими заявками, і якщо так, то ресурс, що рухається, буде тут же

захоплений іншою заявкою і не відправиться у своє базове місце розташування, навіть якщо у об'єкту буде вибрана відповідна опція.

Переносний ресурс після звільнення залишається в тому ж вузлі мережі. Якщо необхідно повернути його в його базове місце розташування, можна перемістити його туди у супроводі або заявки, або ресурсу, що рухається.

При звільненні приєднаних до заявки ресурси, само собою, вони автоматично будуть від'єднані від цієї заявки, так що в цьому випадку додавати в діаграму об'єкт *NetworkDetach* не треба.

З його допомогою направляємо вільні ресурси за піддонами і транспортуємо до митного контролю. У властивостях цього об'єкту вказуємо дії рухомих ресурсів (рисунок 2.15).

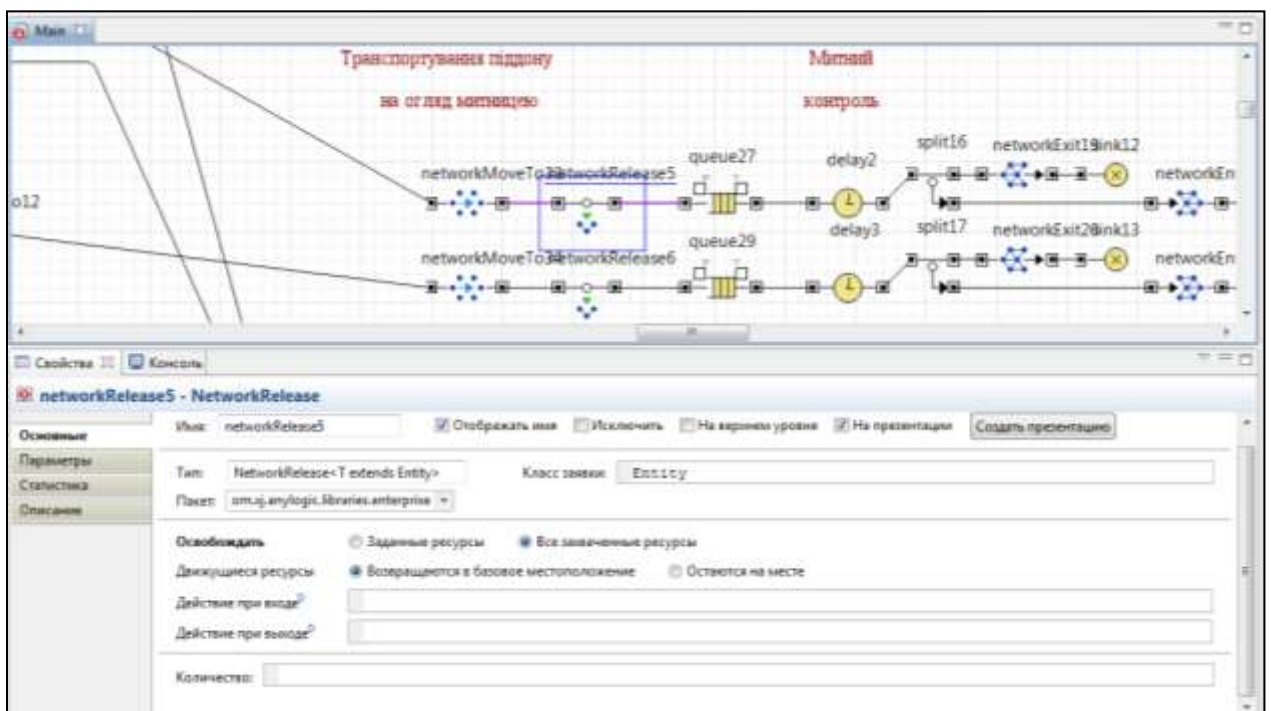


Рисунок 2.15 – Властивості елемента *NetworkRelease*

Об'єкт *Delay* бібліотеки Enterprise Library затримує заявки на заданий період часу. Час затримки обчислюється динамічно, може бути випадковим, залежати від поточної заявки або від якихось інших умов. Цей час може,

зокрема, обчислюватися як довжина фігури, заданої в якості фігури анімації цього об'єкту, поділеної на " швидкість" заявки.

Одночасно можуть бути затримані відразу декілька заявок (не більше заданій місткості об'єкту *capacity*). Заявки затримуються незалежно один від одного - час затримки обчислюється окремо для кожної заявки.

Якщо місткість об'єкту *Delay* міняється динамічно, і кількість заявок, що знаходяться в об'єкті в даний момент часу, перевищує значення місткості об'єкту, то об'єкт *Delay* дасть кожній такій заявці завершити її час очікування, і не прийматиме нові заявки до тих пір, поки їх кількість в об'єкті не стане менше нового значення місткості об'єкту.

Об'єкт *Delay* може відображати анімації заявок, що знаходяться у ньому, такими, що як рухаються уздовж заданого шляху, так і очікуючими в заданих точках. У тому випадку, якщо заявки відображаються такими, що рухаються, за час їх затримки вони повинні будуть пройти увесь шлях вибраної фігури анімації об'єкту *Delay*.

Властивості об'єкту *Delay* зображені на рисунку 2.16.

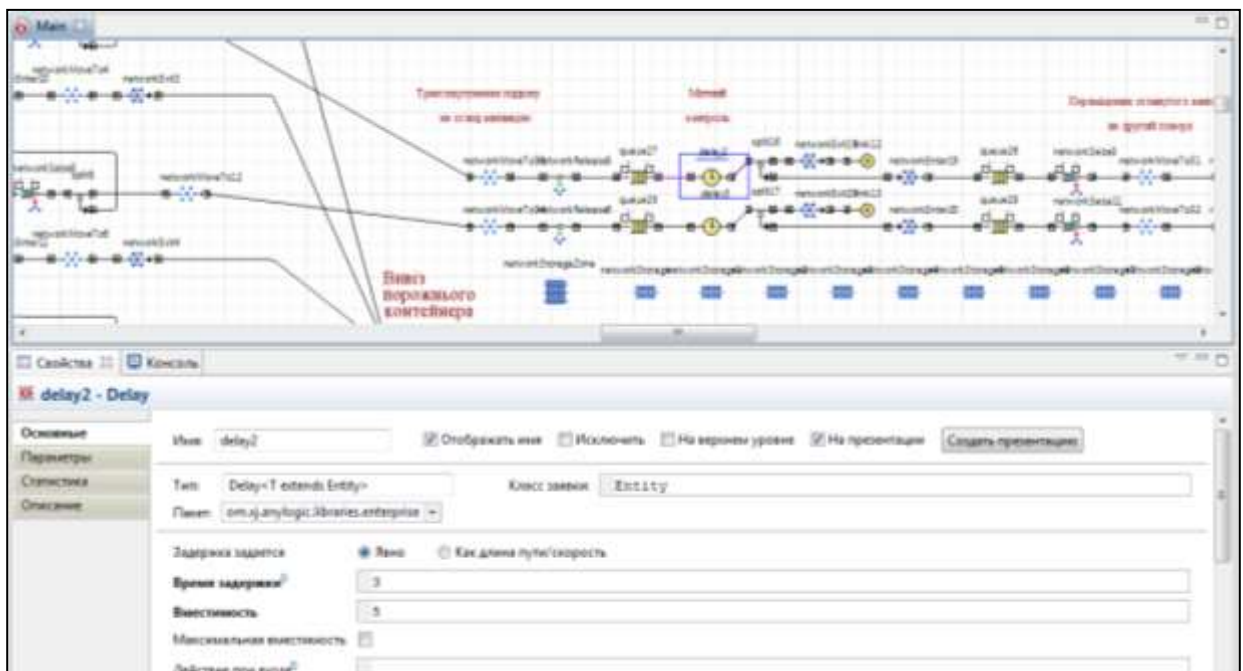


Рисунок 2.16 – Властивості елемента *Delay*

За допомогою об'єкту *NetworkStorageZone* моделюємо зону зберігання, що складається з набору стелажів і проходів між ними (модельованими за допомогою об'єктів *NetworkStorage*), що надає централізований доступ і управління цими стелажими. Це має сенс тоді, коли стелажі використовуються в схожій манері, утворюючи якусь загальну зону зберігання.

Щоб створити зону зберігання, треба спочатку задати окремо набори стелажів, що входять в цю зону, за допомогою об'єктів *NetworkStorage*, тобто вказати їх вузли входу, фігури проходів, кількість місць в ряду і рівнів. Стелажі не мають бути ідентичними: вони можуть мати різні місткості і розміри осередків; крім того немає необхідності у вирівнюванні намальованих стелажів. Дані об'єкти *NetworkStorage* треба перерахувати в параметрі Об'єкти *NetworkStorage* {st0, st1, ...} об'єкту *NetworkStorageZone*.

У властивостях даного елемента вказуємо об'єкти *NetworkStorage*, які відповідають кількості рядів стелажної системи (рисунок 2.17).

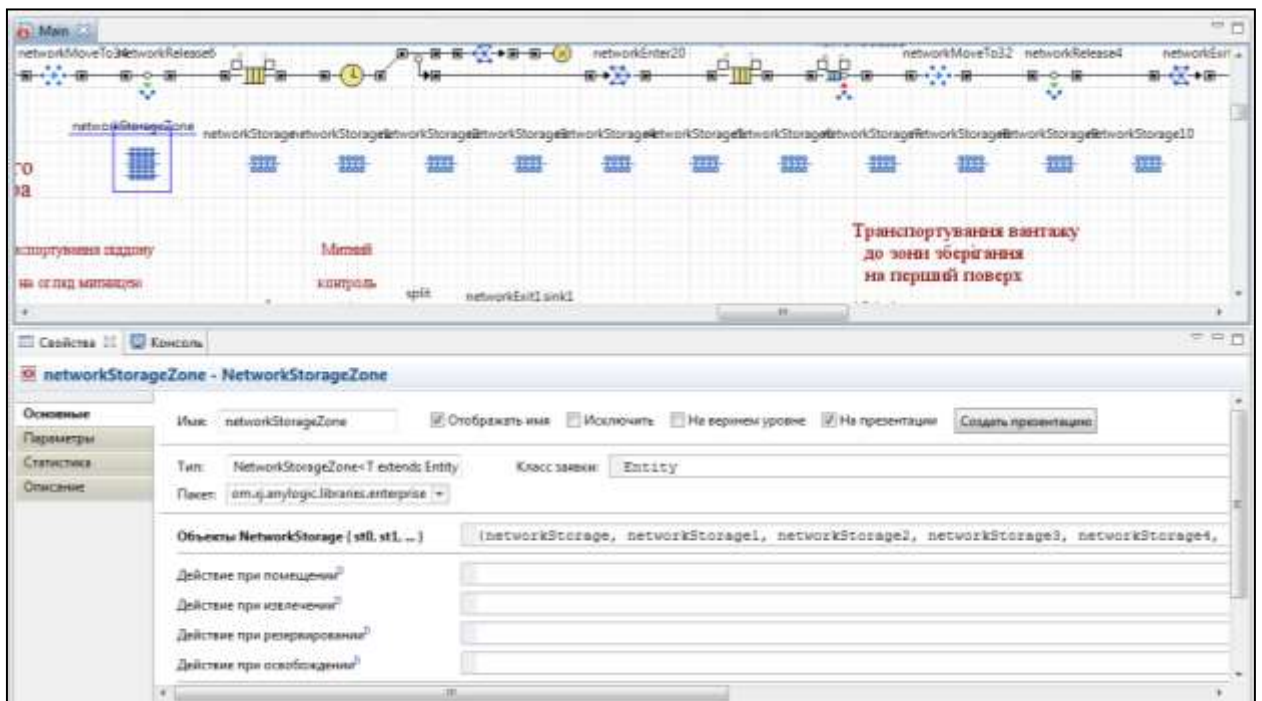


Рисунок 2.17 – Властивості об'єкту *NetworkStorageZone*

Об'єкт *NetworkStorage* моделює два стелажі, що стоять один навпроти одного, і прохід між ними. Об'єкт *NetworkStorage* створює набір вузлів і сегментів уздовж заданого проходу, додає їх в існуючу мережу і управляє заявками, що зберігаються по обидві сторони від проходу(можливо, на різних рівнях, розташованих один над одним).

Щоб задати таку структуру з двох стелажів і проходу між ними малюємо три прямокутники: вузол у початку проходу, фігуру проходу і вузол у кінця проходу. Обидва вузли повинні належати мережі(входити до складу групи фігур мережі), а фігура проходу, навпаки, не повинна.

Параметр Кількість місць в ряду визначає, скільки вузлів мережі буде створено на кожній стороні проходу; кожен вузол фактично є проекцією набору вертикально розташованих осередків (їх кількість задається параметром Кількість рівнів). У кожного осередку є координати: ряд(0.1), місце(0.npositions - 1) і рівень (0.nlevels - 1).

Об'єкт створює сегмент мережі, що йде по центральній осі проходу і з'єднуючий вузол у початку проходу з вузлом у кінця проходу. Між кожною парою розташованих один навпроти одного вузлів - проекцій осередків - *NetworkStorage* створює сегмент, що сполучає ці вузли з маленьким вузлом, що створюється на раніше створеному сегменті мережі, що йде уздовж проходу, так що усі ці вузли під'єднуються до мережі.

Ряди стелажів можуть розташовуватися на плані як вертикально, так і горизонтально; це визначається прямокутником - фігурою проходу (якщо його ширина більше його висоти, то ряди будуть горизонтальними, і навпаки). Ширина вузлів, відповідаючих осередкам обчислюється автоматично як довжина проходу, поділена на кількість місць в ряду. Глибина осередку задається користувачем. Глибина того, що відповідає осередку вузла мережі, топологія проходів і намальованих користувачем елементів мережі повинні узгоджуватися один з одним, тобто, наприклад, ці елементи не повинні перетинатися.

NetworkStorage може проводити з осередком наступні операції:

- приміщення заявки в осередок;
- витягання заявки з осередку;
- резервування осередку;
- звільнення осередку (відміна резервування).

Об'єкт *NetworkStorage* надає набір методів, що дозволяють отримати інформацію про його стан : місткість, кількість зайнятих, зарезервованих і вільних осередків, статистика використання і так далі. Можна здійснювати пошук заявки в сховищі, визначати найближчу вільну до початку або кінця проходу осередок, визначати, який вузол мережі відповідає осередку і так далі.

Зазвичай для заявки, яка має бути поміщена на зберігання, виконується наступний алгоритм:

- Пошук вільного осередку;
- Резервування цього осередку;
- Переміщення заявки (можливо, за допомогою якихось ресурсів) в той вузол мережі, який відповідає цьому осередку;
- Поміщення заявки в осередок.

Об'єкт *NetworkStorage* не запам'ятовує, яка саме заявка зарезервувала осередок, так що перевірка того, чи та сама заявка, що резервувала осередок, була туди згодом поміщена, входить в компетенцію користувача.

Для заявки, яка має бути витягнута з осередку, у свою чергу, виконується наступний алгоритм:

- Знаходження осередку, в якому зберігається заявка(і відповідного вузла мережі);
- Можливо, виклик ресурсів до цього вузла;
- Витягання заявки з осередку;
- Переміщення заявки в заданий вузол мережі.

Об'єкт дозволяє задавати будь-які дії, які необхідно виконати в значимі моменти роботи об'єкту (при приміщенні заявки в осередок, при резервуванні осередка і так далі).

У властивостях об'єкту *NetworkStorage* вказуємо наступні дані: кількість місць в ряду, кількість рівнів, фігуру проходу, вузол на початку та наприкінці проходу (рисунки 2.18).

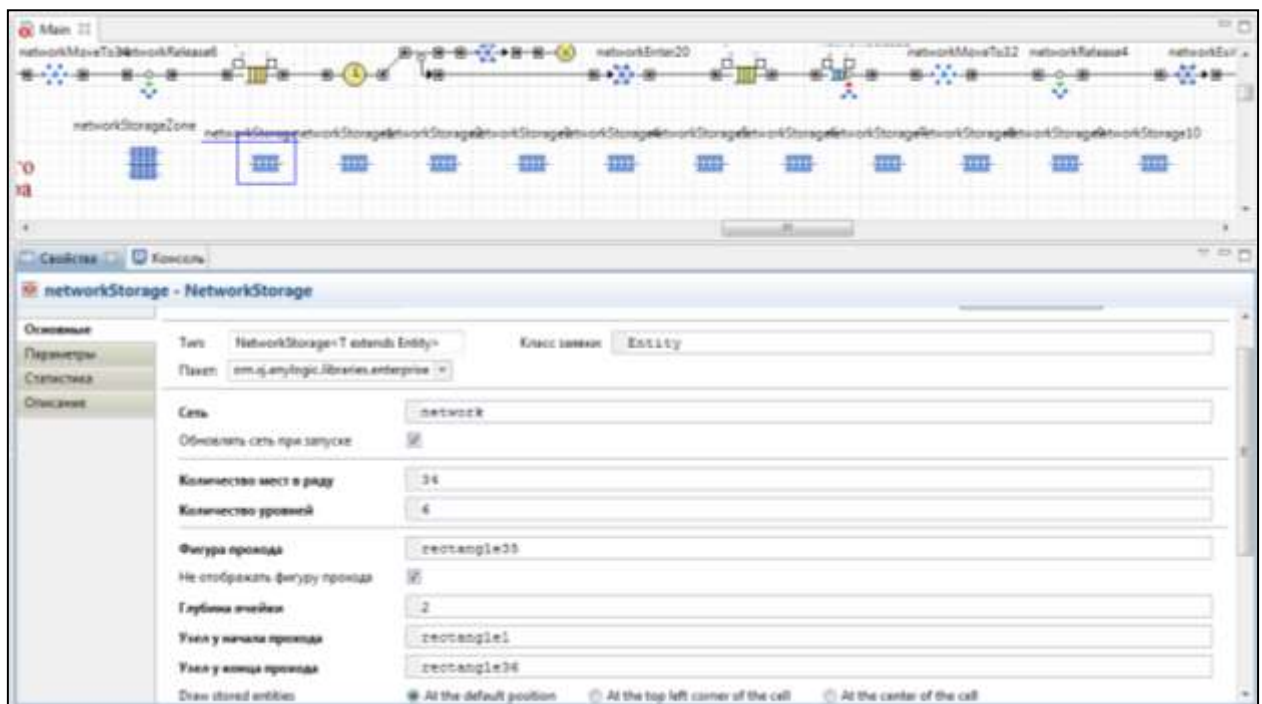


Рисунок 2.18 – Властивості об'єкту *NetworkStorage*

Об'єкт *NetworkStoragePut* поміщає заявку в осередок заданого стелажу *NetworkStorage* або зони зберігання *NetworkStorageZone*. При цьому заявка переміщається з її поточного місця розташування в мережі до осередку (при необхідності, за допомогою мережевих ресурсів, що рухаються).

Можна додати затримку, що моделює час, потрібний на приміщення заявки в осередок; час затримки може залежати від координат осередку, наприклад, від рівня цього осередку.

Осередок може бути заданий явно за допомогою координат (ряд, місце, рівень) або ж вибиратися автоматично. У останньому випадку об'єкт *NetworkStoragePut* використовує метод *getFreeCell()* відповідного стелажу або зони зберігання.

Якщо заявка переміщається за допомогою ресурсів, *NetworkStoragePut* захоплює їх, переносить їх в місце розташування заявки, приєднує їх до заявки, переміщає заявку до осередку, (при необхідності) додає затримку, а потім звільняє ресурси. Ви можете також захоплювати і звільняти ресурси і без допомоги об'єкту *NetworkStoragePut*, або ж не використати їх зовсім.

Є можливість вибирати, чи повинна заявка (можливо, разом з приєднаними ресурсами) плавно рухатися впродовж усього шляху по проході і потім до самого осередку або ж вона повинна переміщатися тільки до місця в проході, що знаходиться навпроти осередку, а в сам осередок поміщатися миттєво, "стрибком". Останній випадок зазвичай використовується при моделюванні автоматичних стелажів.

На момент виходу заявки з об'єкту *NetworkStoragePut*, вона зберігатиметься в осередку. Якщо це кінцева точка модельованого процесу обробки заявок, то можна додати об'єкт *Exit* після об'єкту *NetworkStoragePut*, але не потрібно залишати його вихідний порт несполученим. При цьому не буде коректним додавати об'єкт *Sink* після цього об'єкту *Exit*, оскільки заявка як і раніше залишатиметься в системі.

Властивості елемента *NetworkStoragePut* вказані на рисунку 2.19. Об'єкт *NetworkStoragePick* витягає заявку з осередку стелажу або зони зберігання і переміщає її в заданий вузол мережі. При цьому для переміщення заявки можуть використовуватися мережеві ресурси, що рухаються. В нашому випадку даний об'єкт переміщує обрану заявку, тобто піддон, до цеху виробництва.

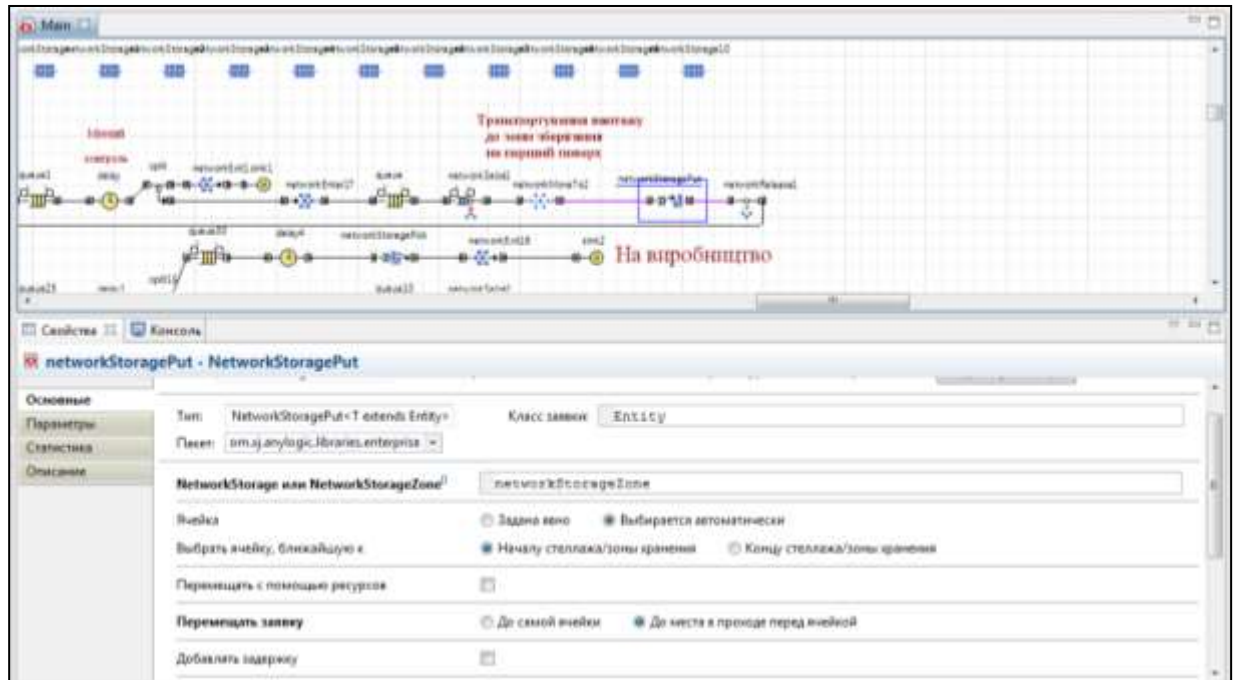


Рисунок 2.19 – Властивості об'єкту *NetworkStoragePut*

Можна додати затримку, що моделює час, потрібний на витягання заявки з осередку; час затримки може залежати від координат осередку, наприклад, від рівня цього осередку.

Якщо заявка переміщається за допомогою ресурсів, *NetworkStoragePick* захоплює їх, переносить їх до осередку, в якому зберігається заявка, (при необхідності) додає затримку, приєднує ресурси до заявки, переміщає заявку в заданий вузол мережі, а потім звільняє ресурси. Можна також захоплювати і звільняти ресурси і без допомоги об'єкту *NetworkStoragePick*, або ж не використати їх зовсім.

Ще можна вибирати, чи повинна заявка (можливо, разом з приєднаними ресурсами) плавно рухатися впродовж усього шляху від самого осередку і далі по проході або ж вона повинна переміщатися тільки від місця в проході, що знаходиться навпроти осередку, а від самого осередку до цього місця переміщатися миттєво, "стрибком". Останній випадок зазвичай використовується при моделюванні автоматичних стелажів.

Об'єкт дозволяє задавати будь-які дії, які потрібно виконати в значимі моменти роботи об'єкту.

Параметри елемента *NetworkStoragePick* зображені на рисунку 2.20.

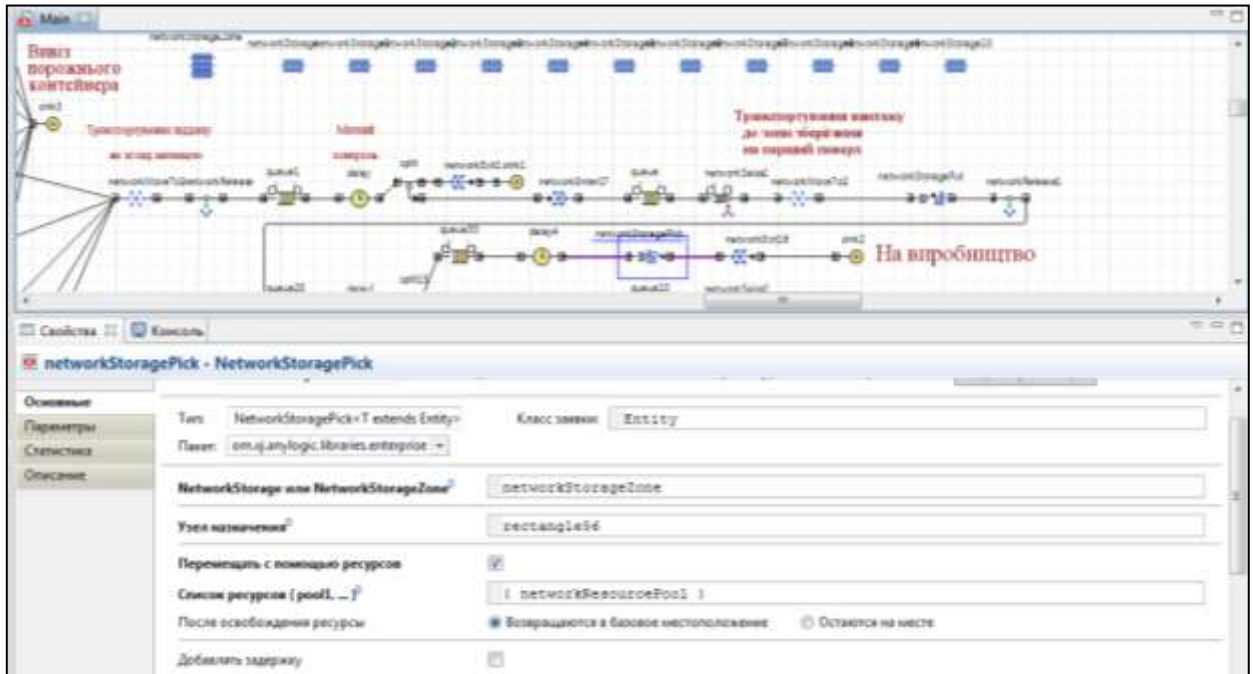


Рисунок 2.20 – Властивості об'єкту *NetworkStoragePick*

У даній побудованій модель в системі AnyLogic наступні елементи виконують такі функції:

- 1) batch – перетворює задану кількість заявок, що поступають в об'єкт, в одну заявку-партію (шлюз №1);
- 2) batch1 – перетворює задану кількість заявок, що поступають в об'єкт, в одну заявку-партію (шлюз №2);
- 3) batch2 – перетворює задану кількість заявок, що поступають в об'єкт, в одну заявку-партію (шлюз №3);
- 4) batch3 – перетворює задану кількість заявок, що поступають в об'єкт, в одну заявку-партію (шлюз №4);
- 5) batch4 – перетворює задану кількість заявок, що поступають в об'єкт, в одну заявку-партію (шлюз №5);

- 6) batch5 – перетворює задану кількість заявок, що поступають в об'єкт, в одну заявку-партію (шлюз №6);
- 7) batch6 – перетворює задану кількість заявок, що поступають в об'єкт, в одну заявку-партію (шлюз №7);
- 8) combine – чекає вступу двох заявок, а потім створює нову заявку і направляє її на вихідний порт; шлюз №1;
- 9) combine1 – чекає вступу двох заявок, а потім створює нову заявку і направляє її на вихідний порт; шлюз №2;
- 10) combine2 – чекає вступу двох заявок, а потім створює нову заявку і направляє її на вихідний порт; шлюз №3;
- 11) combine3 – чекає вступу двох заявок, а потім створює нову заявку і направляє її на вихідний порт; шлюз №4;
- 12) combine4 – чекає вступу двох заявок, а потім створює нову заявку і направляє її на вихідний порт; шлюз №5;
- 13) combine5 – чекає вступу двох заявок, а потім створює нову заявку і направляє її на вихідний порт; шлюз №6;
- 14) combine6 – чекає вступу двох заявок, а потім створює нову заявку і направляє її на вихідний порт; шлюз №7;
- 15) delay1 – час затримки заявки на укладання вантажу до осередку стелажів;
- 16) delay, delay2, delay3 – затримка заявки на митному контролі у заданий період часу;
- 17) delay4 – час затримки заявки в стелажній системі;
- 18) hold3 – блокує / розблоковує потік заявок до шлюза №1;
- 19) hold2 – блокує / розблоковує потік заявок до шлюза №2;
- 20) hold1 – блокує / розблоковує потік заявок до шлюза №3;
- 21) hold – блокує / розблоковує потік заявок до шлюза №4;
- 22) hold4 – блокує / розблоковує потік заявок до шлюза №5;
- 23) hold5 – блокує / розблоковує потік заявок до шлюза №6;
- 24) hold6 – блокує / розблоковує потік заявок до шлюза №7;

- 25) hold7 – блокує / розблоковує заїзд ресурсів до шлюза №1;
- 26) hold8 – блокує / розблоковує заїзд ресурсів до шлюза №2;
- 27) hold9 – блокує / розблоковує заїзд ресурсів до шлюза №3;
- 28) hold10 – блокує / розблоковує заїзд ресурсів до шлюза №4;
- 29) hold11 – блокує / розблоковує заїзд ресурсів до шлюза №5;
- 30) hold12 – блокує / розблоковує заїзд ресурсів до шлюза №6;
- 31) hold13 – блокує / розблоковує заїзд ресурсів до шлюза №7;
- 32) network – транспортна мережа;
- 33) networkEnter1 – розміщення контейнера у зоні прибуття автотранспорту;
- 34) networkEnter2 – розміщення контейнера у зоні прибуття залізничного транспорту;
- 35) networkEnter3 – реєстрування заявки в мережі і розміщення її в шлюзі №1;
- 36) networkEnter4 – реєстрування заявки в мережі і розміщення її в шлюзі №2;
- 37) networkEnter5 – реєстрування заявки в мережі і розміщення її в шлюзі №3;
- 38) networkEnter6 – реєстрування заявки в мережі і розміщення її в шлюзі №4;
- 39) networkEnter7 – реєстрування заявки в мережі і розміщення її в шлюзі №5;
- 40) networkEnter8 – реєстрування заявки в мережі і розміщення її в шлюзі №6;
- 41) networkEnter15 – реєстрування заявки в мережі і розміщення її в шлюзі №7;
- 42) networkEnter9 – перебування порожнього контейнера у шлюзі №1;
- 43) networkEnter10 – перебування порожнього контейнера у шлюзі №2;
- 44) networkEnter11 – перебування порожнього контейнера у шлюзі №3;
- 45) networkEnter12 – перебування порожнього контейнера у шлюзі №4;

- 46) networkEnter13 – перебування порожнього контейнера у шлюзі №5;
- 47) networkEnter14 – перебування порожнього контейнера у шлюзі №6;
- 48) networkEnter16 – перебування порожнього контейнера у шлюзі №7;
- 49) networkEnter17, networkEnter19, networkEnter20 - реєстрування заявки (оформленого піддону) в мережі і поміщає її в заданий вузол мережі;
- 50) networkEnter18 – реєстрування заявки в мережі (порожнього піддону) після розміщення вантажу в стелажній системі зберігання;
- 51) networkExit – видалення заявки з мережі, з тарного двору;
- 52) networkExit2 – видалення заявки з мережі, заявка при цьому перестає відображатися на анімації мережі (зі шлюза №1);
- 53) networkExit3 – видалення заявки з мережі, заявка при цьому перестає відображатися на анімації мережі (зі шлюза №2);
- 54) networkExit4 – видалення заявки з мережі, заявка при цьому перестає відображатися на анімації мережі (зі шлюза №3);
- 55) networkExit5 – видалення заявки з мережі, заявка при цьому перестає відображатися на анімації мережі (зі шлюза №4);
- 56) networkExit6 – видалення заявки з мережі, заявка при цьому перестає відображатися на анімації мережі (зі шлюза №5);
- 57) networkExit7 – видалення заявки з мережі, заявка при цьому перестає відображатися на анімації мережі (зі шлюза №6);
- 58) networkExit14 – видалення заявки з мережі, заявка при цьому перестає відображатися на анімації мережі (зі шлюза №7);
- 59) networkExit8 – видаляє заявку (завантажений контейнер) з мережі; шлюз №1;
- 60) networkExit9 – видаляє заявку (завантажений контейнер) з мережі; шлюз №2;
- 61) networkExit10 – видаляє заявку (завантажений контейнер) з мережі; шлюз №3;
- 62) networkExit11 – видаляє заявку (завантажений контейнер) з мережі; шлюз №4;

- 63) networkExit12 – видаляє заявку (завантажений контейнер) з мережі; шлюз №5;
- 64) networkExit13 – видаляє заявку (завантажений контейнер) з мережі; шлюз №6;
- 65) networkExit15 – видаляє заявку (завантажений контейнер) з мережі; шлюз №7;
- 66) networkExit16 – видалення заявки після транспортування вантажу на виробництво;
- 67) networkExit17, networkExit18 – видалення заявки з мережі (піддони на другому поверсі);
- 68) networkExit1, networkExit19, networkExit20 – видалення заявки з мережі (піддон до митного контролю);
- 69) networkMoveTo2 – транспортування піддонів до стелажної зони зберігання вантажів;
- 70) networkMoveTo18 + networkMoveTo9 – переміщення контейнера безпосередньо до шлюза №1;
- 71) networkMoveTo19 + networkMoveTo7 – переміщення контейнера безпосередньо до шлюза №2;
- 72) networkMoveTo20 + networkMoveTo5 – переміщення контейнера безпосередньо до шлюза №3;
- 73) networkMoveTo17 + networkMoveTo3 – переміщення контейнера безпосередньо до шлюза №4;
- 74) networkMoveTo – переміщення порожнього контейнера зі шлюза №1 до зони прибуття транспорту для повернення;
- 75) networkMoveTo4 – переміщення порожнього контейнера зі шлюза №2 до зони прибуття транспорту для повернення;
- 76) networkMoveTo6 – переміщення порожнього контейнера зі шлюза №3 до зони прибуття транспорту для повернення;
- 77) networkMoveTo8 – переміщення порожнього контейнера зі шлюза №4 до зони прибуття транспорту для повернення;

- 78) networkMoveTo26 – переміщення порожнього контейнера зі шлюза №5 до зони прибуття транспорту для повернення;
- 79) networkMoveTo28 – переміщення порожнього контейнера зі шлюза №6 до зони прибуття транспорту для повернення;
- 80) networkMoveTo30 – переміщення порожнього контейнера зі шлюза №7 до зони прибуття транспорту для повернення;
- 81) networkMoveTo21 + networkMoveTo11 – переміщення контейнера безпосередньо до шлюза №5;
- 82) networkMoveTo22 + networkMoveTo13 – переміщення контейнера безпосередньо до шлюза №6;
- 83) networkMoveTo23 + networkMoveTo15 – переміщення контейнера безпосередньо до шлюза №7;
- 84) networkMoveTo24 – переміщення заявки на тарний двір;
- 85) networkMoveTo10 + networkMoveTo33 – транспортування піддону з шлюза №1 до митного контролю;
- 86) networkMoveTo12 + networkMoveTo34 – транспортування піддону з шлюза №2 до митного контролю;
- 87) networkMoveTo14 + networkMoveTo1 – транспортування піддону з шлюза №3 до митного контролю;
- 88) networkMoveTo16 + networkMoveTo1 – транспортування піддону з шлюза №4 до митного контролю;
- 89) networkMoveTo25 + networkMoveTo1 – транспортування піддону з шлюза №5 до митного контролю;
- 90) networkMoveTo27 + networkMoveTo1 – транспортування піддону з шлюза №6 до митного контролю;
- 91) networkMoveTo29 + networkMoveTo1 – транспортування піддону з шлюза №7 до митного контролю;
- 92) networkMoveTo31, networkMoveTo32 – транспортування піддонів на другий поверх складу;

- 93) `networkRelease1` – вивільнення ресурсу після транспортування піддону до стелажної системи зберігання;
- 94) `networkRelease2` – вивільнення ресурсу та повернення його в базове місцезнаходження;
- 95) `networkRelease3`, `networkRelease4` – повернення захоплених ресурсів у базове місцезнаходження;
- 96) `networkRelease`, `networkRelease5`, `networkRelease6` – звільняє певні мережеві ресурси після доставки піддону до митного контролю;
- 97) `networkResourcePool` – набір мережевих ресурсів;
- 98) `networkSeize1`, `networkSeize3`, `networkSeize11` – захоплення для даної заявки мережевого ресурсу;
- 99) `networkSeize2` – захоплення для заявки мережевого ресурсу для подальшого транспортування на тарний двір;
- 100) `networkSeize4` – захоплює для заявки задану кількість мережевих ресурсів у шлюзі №1;
- 101) `networkSeize5` – захоплює для заявки задану кількість мережевих ресурсів у шлюзі №2;
- 102) `networkSeize6` – захоплює для заявки задану кількість мережевих ресурсів у шлюзі №3;
- 103) `networkSeize7` – захоплює для заявки задану кількість мережевих ресурсів у шлюзі №4;
- 104) `networkSeize8` – захоплює для заявки задану кількість мережевих ресурсів у шлюзі №5;
- 105) `networkSeize9` – захоплює для заявки задану кількість мережевих ресурсів у шлюзі №6;
- 106) `networkSeize10` – захоплює для заявки задану кількість мережевих ресурсів у шлюзі №7;
- 107) `networkStoragePick` – витягає заявку з осередку стелажу або зони зберігання і переміщає її в заданий вузол мережі;
- 108) `networkStoragePut` – поміщає заявку в осередок заданого стелажу;

- 109) queue3 – черга заявок, очікуючих прийому до шлюзів;
- 110) queue6 – очікування контейнером прибуття електронавантажувача у шлюзі №1;
- 111) queue5 – очікування контейнером прибуття електронавантажувача у шлюзі №2;
- 112) queue4 – очікування контейнером прибуття електронавантажувача у шлюзі №3;
- 113) queue2 – очікування контейнером прибуття електронавантажувача у шлюзі №4;
- 114) queue7 – очікування контейнером прибуття електронавантажувача у шлюзі №5;
- 115) queue8 – очікування контейнером прибуття електронавантажувача у шлюзі №6;
- 116) queue9 – очікування контейнером прибуття електронавантажувача у шлюзі №7;
- 117) queue10 – черга заявок (порожніх піддонів) для вивозу на тарний двір;
- 118) queue11 – заявка, яка очікує приїзду навантажувача до шлюзу №1;
- 119) queue12 – заявка, яка очікує приїзду навантажувача до шлюзу №2;
- 120) queue13 – заявка, яка очікує приїзду навантажувача до шлюзу №3;
- 121) queue14 – заявка, яка очікує приїзду навантажувача до шлюзу №4;
- 122) queue15 – заявка, яка очікує приїзду навантажувача до шлюзу №5;
- 123) queue16 – заявка, яка очікує приїзду навантажувача до шлюзу №6;
- 124) queue23 – заявка, яка очікує приїзду навантажувача до шлюзу №7;
- 125) queue17 – черга видаємої заявки (завантаженого контейнера) у шлюзі №1;
- 126) queue18 – черга видаємої заявки (завантаженого контейнера) у шлюзі №2;
- 127) queue19 – черга видаємої заявки (завантаженого контейнера) у шлюзі №3;

- 128) queue20 – черга видаляємої заявки (завантаженого контейнера) у шлюзі №4;
- 129) queue21 – черга видаляємої заявки (завантаженого контейнера) у шлюзі №5;
- 130) queue22 – черга видаляємої заявки (завантаженого контейнера) у шлюзі №6;
- 131) queue24 – черга видаляємої заявки (завантаженого контейнера) у шлюзі №7;
- 132) queue25 – черга піддонів на укладку вантажу до осередку стелажу;
- 133) queue, queue26, queue28 – черга заявок, які пройшли митний контроль;
- 134) queue1, queue27, queue29 – черга заявок, які очікують на митне оформлення;
- 135) queue30 – черга заявок у стелажній системі зберігання;
- 136) sink – знищення поступаючої заявки з тарного двору;
- 137) sink2 – знищення поступаючої заявки з виробництва;
- 138) sink3 – знищує заявки, що поступили зі шлюзів 1-7;
- 139) sink10, sink11 – знищення поступаючі заявок з другого поверху;
- 140) sink1, sink12, sink13 – знищує поступаючі заявки;
- 141) source – прибуття автомобільних контейнерів;
- 142) source1 – прибуття залізничних контейнерів;
- 143) split1 – створення нових заявок-копій, тобто вивантаження піддонів з контейнера в шлюзі №1;
- 144) split2 – створення нових заявок-копій, тобто вивантаження піддонів з контейнера в шлюзі №2;
- 145) split3 – створення нових заявок-копій, тобто вивантаження піддонів з контейнера в шлюзі №3;
- 146) split4 – створення нових заявок-копій, тобто вивантаження піддонів з контейнера в шлюзі №4;
- 147) split5 – створення нових заявок-копій, тобто вивантаження піддонів з контейнера в шлюзі №5;

- 148) split6 – створення нових заявок-копій, тобто вивантаження піддонів з контейнера в шлюзі №6;
- 149) split13 – створення нових заявок-копій, тобто вивантаження піддонів з контейнера в шлюзі №7;
- 150) split7 – створення нової заявки (порожнього контейнера) в шлюзі №1;
- 151) split8 – створення нової заявки (порожнього контейнера) в шлюзі №2;
- 152) split9 – створення нової заявки (порожнього контейнера) в шлюзі №3;
- 153) split10 – створення нової заявки (порожнього контейнера) в шлюзі №4;
- 154) split11 – створення нової заявки (порожнього контейнера) в шлюзі №5;
- 155) split12 – створення нової заявки (порожнього контейнера) в шлюзі №6;
- 156) split14 – створення нової заявки (порожнього контейнера) в шлюзі №7;
- 157) split15 – створення нової заявки (порожнього піддону);
- 158) split, split16, split17 – створення нової заявки (піддон після проходження митного контролю).

2.5 Аналіз результатів моделювання

В результаті проектування нового процесу роботи складського комплексу №1 Департаменту управління матеріалами за рахунок впровадження адресної системи зберігання вантажів можемо зробити висновок про ефективність впровадження даної системи.

На розглядаємому підприємстві у складському комплексі на проектний вантажопотік передбачено 8 електронавантажувачів. Середній час розвантаження одного контейнера вказаний на рисунку 2.21.

В проектованому варіанті кількість навантажувачів зменшили до оптимальної кількості, яка становить 5 навантажувачів, що не вплинуло на вантажопереробку вхідного потоку вантажів. Середній час розвантаження одного контейнера вказаний на рисунку 2.22 та на слайді 9.

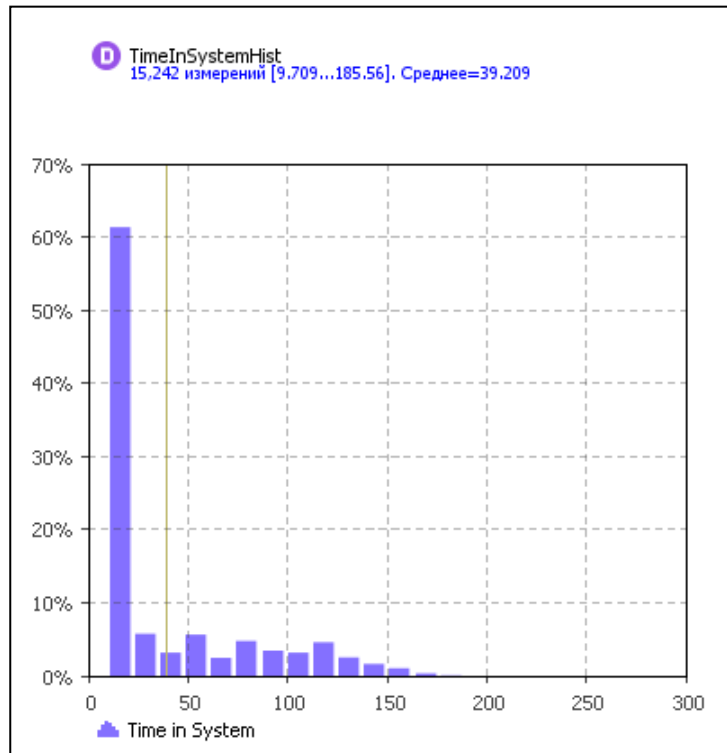


Рисунок 2.21 – Середній час розвантаження (хв.) одного контейнера при роботі 12-ти навантажувачів

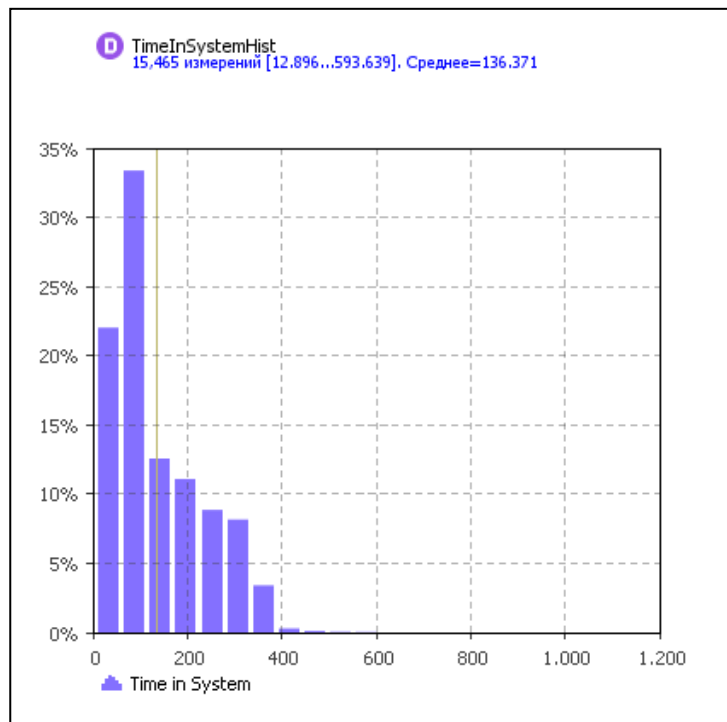


Рисунок 2.22 – Середній час розвантаження одного контейнера (хв.) при роботі 5-ти навантажувачів

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Відомості про складський комплекс ДУМ

На розглядаємому підприємстві у складському комплексі ДУМ на даний момент розміщення вантажу здійснюється штабельною способом. Засобами механізації є електронавантажувачі, електрокари. Їх кількість становить 8 од.

Додатково, для стабільної роботи складу при виході на проектну потужність підприємства необхідно придбати комп'ютер та збільшити кількість операторів ПК на 4.

В проектному варіанті схеми розміщення вантажів використовуємо систему стелажного зберігання. При моделюванні схеми зберігання вантажів спочатку використовували 12 навантажувачів, як і є в діючому плануванні, а в подальших розрахунках, зменшуючи їх кількість, визначили, що оптимальна кількість навантажувачів становить 5 од, враховуючи середній час на розвантаження одного контейнера 136 хв. та необхідність митного контролю.

3.2 Розрахунок капітальних витрат на палетні стелажі та комп'ютери

Вибрані за оглядом в мережі «Internet» стелажі однотипної конструкції, орієнтовну вартість визначаємо за вартістю одного ряду. Вона складає 40000 грн. Розрахунки загальної вартості стелажної системи за схемою складу ДУМ наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Загальна вартість стележної системи

Параметри	Стележна система №4	Стележна система №2,3	Стележна система №1	Загальна вартість
Габарити	3003x994	2480x2400	3100x1000	
Кількість рядів	6,5	4,5	12	
Вартість, грн	260000	180000	480000	920000

Вартість одного ПК становить 12787 грн.

Капітальні витрати на палетні стележі та комп'ютер становлять $920000 + 12787 = 932787$ грн.

3.3 Розрахунок витрат по базовому варіанту

Розрахунок річних експлуатаційних витрат для базового варіанту визначаємо за формулою [13]:

$$Z_{\text{екс}} = Z_{\text{зп}} + Z_{\text{відр}} + A + Z_{\text{р}} + Z_{\text{ел}} + Z_{\text{аб}}, \quad (3.1)$$

де $Z_{\text{зп}}$ – заробітна плата робітників складу;

$Z_{\text{відр}}$ – відрахування на соціальні заходи;

A – амортизація електронавантажувачів;

$Z_{\text{р}}$ – ремонт і технічне обслуговування навантажувачів;

$Z_{\text{ел}}$ – витрати на електроенергію;

$Z_{\text{маст}}$ – витрати на заміну акумуляторних батарей.

3.3.1 Розрахунок заробітної плати

До статті “Заробітна плата” належать пов’язані з введенням господарської діяльності витрати на виплату основної і додаткової заробітної плати, обчислені згідно із системою оплати праці, прийнятою суб’єктом господарювання, включаючи будь-які виплати у грошовій або натуральній формі [14].

Основна заробітна плата – це винагорода за виконану роботу відповідно до встановлених норм праці. Вона встановлюється у вигляді тарифних ставок (окладів), годинних розрахункових ставок, кілометрових та інших відрядних розцінок для робітників, посадових окладів для службовців.

Додаткова заробітна плата – винагорода за працю понад установлені норми, за трудові успіхи та винахідливість і за особливі умови праці. Вона включає доплати, надбавки, гарантійні і компенсаційні виплати, передбачені чинним законодавством, премії, пов’язані з виконанням виробничих завдань і функцій [13].

Річний фонд заробітної плати робітників складу ДУМ за базовим варіантом розраховуємо на різницю з аналогічними параметрами проектного варіанту:

1. Водії електронавантажувачів: $(8 - 5) \cdot 4$ бригади = 12.
2. Вантажник: кількість не змінюється.
3. Зав.складом: кількість не змінюється.
4. Комірник: кількість не змінюється.
5. Оператори ПК: кількість збільшується за проектним варіантом на 4 оператора ПК.

Зарплата водія електронавантажувача – 8000 грн. та премія 30%, тобто разом – 10400 грн/місяць.

Загальний річний фонд зарплати з урахуванням премії (30%) становить:

$$З_{\text{зп}} = 12 \cdot 12 \cdot 10400 = 1497600 \text{ грн.}$$

3.3.2 Розрахунок соціальних внесків

Визначаємо соціальний внесок в пенсійний фонд 22% від фонду зарплати:

$$З_{\text{вiдр}} = 0,22 \cdot 1497600 = 329472 \text{ грн.}$$

Визначаємо накладні витрати у розмірі 34% від фонду зарплати:

$$З_{\text{накл}} = 0,34 \cdot 1497600 = 509184 \text{ грн.}$$

3.3.3 Амортизаційні відрахування

Амортизаційні відрахування нараховуються згідно з порядком, нормами та указами, встановленими чинним законодавством України, а саме: Закону України «Про оподаткування прибутку підприємств» та Положення бухгалтерського обліку 7 «Основні засоби», далі (ПБО-7), затвердженого наказом Міністерства фінансів України.

Згідно з положенням ПБО-7 суб'єкти господарювання самостійно визначають термін експлуатації основних засобів і в залежності від термінів обирають один із запропонованих ПБО-7 п'яти методів нарахування

амортизації (прямолінійний; зменшення залишкової вартості; прискореного зменшення залишкової вартості; кумулятивний; виробничий) відповідно до власних економічних інтересів [13].

Для визначення амортизаційних відрахувань користуємося наступною формулою [15]:

$$A = \frac{B_{(a)} \cdot a_n}{100}, \quad (3.2)$$

де a_n - норма амортизаційних відрахувань відповідно до групи ОФ, %; Квартальна норма складає 6%;

$B_{(a)}$ - балансова вартість групи ОФ на початок поточного періоду, грн.

Балансова вартість електронавантажувача становить 450000 грн. Проводимо розрахунки для $8 - 5 = 3$ навантажувачів:

$$A_1 = 450000 \cdot 0,06 = 27000 \text{ грн.}$$

$$B_1 = 450000 - 27000 = 423000 \text{ грн.}$$

$$A_2 = 423000 \cdot 0,06 = 25380 \text{ грн.}$$

$$B_2 = 423000 - 25380 = 397620 \text{ грн.}$$

$$A_3 = 397620 \cdot 0,06 = 23857,2 \text{ грн.}$$

$$B_3 = 397620 - 23857,2 = 373762,8 \text{ грн.}$$

$$A_4 = 373762,8 \cdot 0,06 = 22425,7 \text{ грн.}$$

$$B_4 = 373762,8 - 22425,7 = 351337 \text{ грн.}$$

$$A = 3 \cdot (27000 + 25380 + 23857,2 + 22425,7) = 295988,91 \text{ грн.}$$

3.3.4 Ремонт і технічне обслуговування навантажувачів

Витрати на ремонт електронавантажувачів приймаємо як 5% від балансової вартості навантажувача:

$$Z_{\text{рем}} = 3 \cdot 450000 \cdot 0,05 = 67500 \text{ грн.}$$

3.3.5 Витрати на електроенергію

Вартість електроенергії становить 2,55 коп. за 1 кВт. Сумарне споживання електроенергії за технічними характеристиками навантажувача за зміну 8 год роботи на складі становить 70 кВт (7,5 кВт для тягового двигуна та 10 кВт для двигуна гідравліки, враховуємо 4 год роботи тягової батареї). Бортова напруга мережі для навантажувача 48 В.

$$220 \text{ В} / 48 \text{ В} = 4,58$$

$$70 \text{ кВт} / 4,58 = 15 \text{ кВт.}$$

Отримали, що один навантажувач споживає 15 кВт за 4 год роботи на складі протягом 8-годинної зміни, за добу $(24/8) \cdot 15 = 45 \text{ кВт.}$

Для базового варіанту за рік:

$$Z_{\text{ел}} = 45 \cdot 2,55 \cdot 3 \cdot 365 = 125651,25 \text{ грн.}$$

3.3.6 Розрахунок витрат на заміну акумуляторних батарей

Витрати складають 10 % від витрат на електроенергію. Для базового варіанту:

$$Z_{аб} = 125651,25 \cdot 0,1 = 12565,13 \text{ грн.}$$

Розраховуємо річні експлуатаційні витрати для базового варіанту визначаємо за формулою (3.1):

$$Z_{екс}^б = 1497600 + 329472 + 509184 + 295988,91 + 67500 + 125651,25 + 12565,13 = 2837961,29 \text{ грн.}$$

3.4 Розрахунок витрат по проектному варіанту

Розрахунок річних експлуатаційних витрат для проектного варіанту визначаємо за формулою [14]:

$$Z_{екс} = Z_{зп} + Z_{відр} + Z_{р}^{стел} + A^{стел} + A^{ПК} + Z_{р}^{ПК} + Z_{ел}^{ПК}, \quad (3.3)$$

де $Z_{зп}$ – заробітна плата робітників складу;

$Z_{відр}$ – відрахування на соціальні заходи;

$A^{стел}$ – амортизація палетних стелажів;

$Z_{р}^{стел}$ – витрати на ремонт стелажів;

$A^{ПК}$ – амортизація комп'ютерів;

$Z_{р}^{ПК}$ – витрати на ремонт комп'ютерів;

$Z_{ел}^{ПК}$ – витрати на споживання електроенергії комп'ютерами.

3.4.1 Розрахунок заробітної плати

Зміна штатної чисельності робітників складу ДУМ за проектним варіантом:

1. Водії електронавантажувачів: зменшилась, різницю показників враховано в розрахунках по базовому варіанту.
2. Вантажник: кількість не змінюється.
3. Зав. складом: кількість не змінюється.
4. Комірник: кількість не змінюється.
5. Оператори ПК: кількість збільшується за проектним варіантом на 1 робоче місце оператора ПК (робота цілодобово).

Зарплата оператора ПК – 7000 грн. та премія 30%, тобто разом – 9100 грн/місяць.

Загальний річний фонд зарплати з урахуванням премій становить:

$$Z_{\text{зп}} = 12 \cdot 4 \cdot 9100 = 436800 \text{ грн.}$$

3.4.2 Розрахунок соціальних внесків

Визначаємо соціальний внесок в пенсійний фонд 22% від фонду зарплати.

$$Z_{\text{відр}} = 0,22 \cdot 436800 = 96096 \text{ грн.}$$

Визначаємо накладні витрати у розмірі 34% від фонду зарплати:

$$Z_{\text{накл}} = 0,34 \cdot 436800 = 148512 \text{ грн.}$$

3.4.3 Розрахунок амортизації стелажів

Амортизацію стелажів розраховуємо за формулою (3.2), де квартальна норма амортизаційних відрахувань становить 6 %.

$$A_1 = 920000 \cdot 0,06 = 55200 \text{ грн.}$$

$$B_1 = 920000 - 55200 = 864800 \text{ грн.}$$

$$A_2 = 864800 \cdot 0,06 = 51888 \text{ грн.}$$

$$B_2 = 864800 - 51888 = 812912 \text{ грн.}$$

$$A_3 = 812912 \cdot 0,06 = 48774,74 \text{ грн.}$$

$$B_3 = 812912 - 48774,74 = 764137,26 \text{ грн.}$$

$$A_4 = 764137,26 \cdot 0,06 = 45848,23 \text{ грн.}$$

$$B_4 = 764137,26 - 45848,23 = 718289,03 \text{ грн.}$$

$$A^{\text{стел}} = 55200 + 51888 + 48774,74 + 45848,23 = 201710,97 \text{ грн.}$$

Витрати на ремонт стелажів складають 5% від балансової вартості стелажів:

$$Z_{\text{рем}}^{\text{стел}} = 920000 \cdot 0,05 = 46000 \text{ грн.}$$

3.4.4 Витрати на роботу комп'ютерів

Амортизацію комп'ютерів розраховуємо за формулою (3.2), де квартальна норма амортизаційних відрахувань становить 15%.

$$A_1 = 12787 \cdot 0,15 = 1918,05 \text{ грн.}$$

$$B_1 = 12787 - 1918,05 = 10868,95 \text{ грн.}$$

$$A_2 = 10868,95 \cdot 0,15 = 1630,34 \text{ грн.}$$

$$B_2 = 10868,95 - 1630,34 = 9238,61 \text{ грн.}$$

$$A_3 = 9238,61 \cdot 0,15 = 1385,79 \text{ грн.}$$

$$B_3 = 9238,61 - 1385,79 = 7852,82 \text{ грн.}$$

$$A_4 = 7852,82 \cdot 0,15 = 1177,92 \text{ грн.}$$

$$B_4 = 7852,82 - 1177,92 = 6674,9 \text{ грн.}$$

$$A^{\text{ПК}} = 1918,05 + 1630,34 + 1385,79 + 1177,92 = 6112,1 \text{ грн.}$$

Витрати на ремонт комп'ютерів складають 5% від їх балансової вартості.

$$Z_{\text{рем}}^{\text{ПК}} = 12787 \cdot 0,05 = 639,35 \text{ грн.}$$

Витрати на споживання електроенергії комп'ютерами при споживанні 0,5 кВт/год:

$$Z_{\text{ел}}^{\text{ПК опт}} = 2,55 \cdot 0,5 \cdot 24 \cdot 365 = 11169 \text{ грн.}$$

Розраховуємо річні експлуатаційні витрати для проектного варіанту за формулою (3.3):

$$\begin{aligned} Z_{\text{екс}}^{\text{опт}} &= 436800 + 96096 + 148512 + 201710,96 + 46000 + 6112,1 + \\ &+ 639,35 + 11169 = 947039,41 \text{ грн.} \end{aligned}$$

3.5 Розрахунок економічної ефективності проекту

Визначаємо економію експлуатаційних витрат від впровадження системи адресного зберігання вантажів [14]:

$$E = Z_{\text{екс}}^{\text{б}} - Z_{\text{екс}}^{\text{опт}} . \quad (3.4)$$

$$E = 2837961,29 - 947039,41 = 1890921,88 \text{ грн.}$$

Термін окупності визначимо за формулою:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{дод}}}{Z_{\text{екс}}^{\text{б}} - Z_{\text{екс}}^{\text{пр}}} , \quad (3.14)$$

де $K_{\text{дод}}$ - капітальні витрати придбання стелажів та комп'ютера, грн.

$$K_{\text{дод}} = 920000 + 12787 = 932787 \text{ грн.}$$

Виконаємо розрахунки за формулою (3.14):

$$T_{\text{ок}} = 932787 / 1890921,88 = 0,5 \text{ року.}$$

Для більш наглядного уявлення всі розрахункові данні техніко-економічних показників представимо в таблиці 3.2 та в графічній частині на слайді 10.

Таблиця 3.2 – Техніко-економічні показники

№ з/п	Показники	Базовий варіант	Проектний варіант
1	Капітальні витрати, грн.	–	932787
2	Витрати на заробітну плату, грн.	1497600	436800
3	Відрахування на соціальне страхування, грн.	329472	96096
4	Накладні витрати, грн.	509184	148512
5	Амортизаційні відрахування, грн.	295988,91	207823,06
6	Ремонт, грн.	67500	46639,35
7	Витрати на електроенергію, грн.	125651,25	11169
8	Витрати на акумуляторні батареї, грн.	12565,13	-
9	Експлуатаційні витрати, грн.	2837961,29	947039,41
10	Економія експлуатаційних витрат, грн.	-	1890921,88
11	Термін окупності, років	-	0,5

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Темою магістерської роботи є «Моделювання та дослідження ефективності функціонування транспортно-складської системи на прикладі машинобудівного підприємства», тому виконаємо аналіз потенційних небезпек та розглянемо заходи по забезпеченню безпеки, виробничої санітарії, гігієни праці і пожежної безпеки при експлуатації транспортних засобів, підйомно-транспортних машин та механізмів, що використовуються в процесі функціонування транспортно-складської системи Департаменту управління матеріалами (ДУМ) Запорізького автомобілебудівного підприємства.

4.1 Аналіз потенційних небезпек

1. Наїзд транспортних засобів на дослідника у разі проходу до об'єкту дослідження по не встановленим маршрутам руху пішоходів, що може стати причиною отримання важких травм.

2. Обрушення штабелю матеріалів на складі внаслідок зіткнення з ним навантажувача, який рухався з перевищеною швидкістю, може призвести до травмування дослідника.

3. Можливість падіння навантажувача з вантажем внаслідок не встановлення перекидного містка з вантажоприймального шлюзу до кузова автомобіля, що може призвести до травмування дослідника.

4. Негативний вплив шуму на організм дослідника з причини несправності вузлів працюючих на складі навантажувачів. Тривале перевищення шуму може викликати різні захворювання, наприклад, глухоту.

5. Переохолодження організму дослідника через температурні коливання в холодні періоди року при виконанні спостережень за транспортно-технологічним процесом на складі запчастин можуть призвести до простуди.

6. Перегрів організму в теплу пору року при знаходженні на складі може призвести до запаморочення.

7. Стереотипні робочі рухи при роботі на ПК, які використовуються для введення даних щодо переміщення вантажу на складі, при локальному навантаженні (за участю м'язів кистей та пальців рук) призводять до підвищення рівня напруженості праці дослідника, що може викликати болі у м'язах та суглобах.

8. Через недостатнє освітлення на складі, дослідник може не побачити і зачепитись за пакування на підлозі, яке знімається з транспортних пакетів перед передачею їх у збиральний цех, та може отримати травми.

9. Коротке замикання внаслідок зачеплення навантажувачом кабелю електричного живлення ліфта, який розміщений на колоні складу, що може призвести до загорання не прибраного пакування та виникнення пожежі.

10. Надзвичайна ситуація, яка потребує забезпечення стійкої роботи комунально-енергетичних систем промислового об'єкта.

4.2 Заходи по забезпеченню безпеки

1. Запобігання наїзду транспортних засобів (як залізничного, так і автомоібельного) на дослідника забезпечується встановленням визначених маршрутів руху пішоходів. Шляхи пересування необхідно позначати відповідними знаками відповідно до НПАОП 0.00-7.11-12 «Загальні вимоги стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників».

2. Для попередження обрушення штабелів запчастин та матеріалів проводяться інструктажі згідно НПАОП 63.1.-2.5-28-2006 «Правила безпеки при роботі на складі», складування вантажів здійснюється із забезпеченням проїзду навантажувачів та проходу людей. Рух навантажувачів при виконанні робіт здійснюється за затвердженою схемою та з обмеженням швидкості до 5 км/год, заїзд автотранспорту на склад не передбачений, автомобілі підїзжають до шлюзів складу лише з зовнішньої сторони.

3. Для запобігання падіння навантажувача внаслідок не встановлення перекидного містка з вантажоприймального шлюзу до кузова автомобіля необхідно виконання транспортно-складських робіт у відповідності до «Правил будови і безпечної експлуатації навантажувачів» затверджених наказом Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду від 31.12.2008 за №308, для безпечного руху, перед заїздом в автотранспорт або контейнер, укладається спеціальний місток.

4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

1. Для зменшення шуму необхідно дотримуватись вимог ДНАОП 0.03-3.12-99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації» та Кодексу законів про працю України. Використовуються лише сучасні електронавантажувачі, які є малошумними.

2. При знаходженні дослідника на складі ДУМ, температурні коливання в холодні періоди року можуть призвести до простудних захворювань, тому необхідно використовувати взуття та одяг відповідно до ДНАОП 0.00-3.06-98 «Типові норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам».

3. В теплу пору року для уникнення випадків запаморочення через високу температуру на складі, необхідно використовувати легку одягу відповідно до ДНАОП 0.00-3.06-98 «Типові норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам» та дотримуватись питного режиму, для цього на складі є пункти з безкоштовною питною водою.

4. Для зменшення напруженості праці від стереотипних рухів в період робочого дня передбачаються перерви, не менш 15 хвилин на кожні 1-2 години роботи згідно Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу».

5. Освітлення складу ДУМ передбачене лише штучне, оскільки розташоване на першому поверсі двоповерхової споруди, яка примикає стінами до виробничих цехів.

Кількісні і якісні характеристики висвітлення відповідають ДБН В.2.5-28-2006 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення».

Виконаємо розрахунок кількості прожекторів та висоту їх встановлення на складі, площа якого складає 400 м².

Величина освітленості становить 10 лк. Використовуємо прожектор СКсН. Джерело світла – ксенонова лампа ДКсТ – 1000, потужність лампи – 1000 вольт.

Кількість прожекторів визначаємо за формулою:

$$n = \frac{m \cdot k_z \cdot E_n \cdot S}{P_l}, \quad (4.1)$$

де m – коефіцієнт, що враховує світлову віддачу джерела світла, ккд прожекторів та коефіцієнт використання світлового потоку, $m = 0,35$;

k_3 – коефіцієнт запасу, для газорозрядних ламп $k_3 = 1,5$;

E_n - нормована освітленість, $E_n = 10$ лк;

S – площа, що освітлюється, $S = 72 \cdot 12 = 864$ м²;

P_l – потужність лампи прожектора, $P_l = 2000$ Вт.

Виконаємо розрахунки за формулою (4.1):

$$n = \frac{0,35 \cdot 1,5 \cdot 10 \cdot 400}{1000} = 3.$$

Для освітлення обираємо 3 прожектори типу СКсН з ксеноновими лампами ДКсТ-20000.

Висоту встановлення прожекторів визначаємо за формулою:

$$H = \sqrt{\frac{I}{300}}, \quad (4.2)$$

де I – максимальна сила світла прожектора, $I = 10$ ккд;

300 – емпіричний коефіцієнт.

Виконаємо розрахунки за формулою (4.2):

$$H = \sqrt{\frac{10000}{300}} = 6 \text{ м.}$$

Оскільки висота складу становить 8 метрів, згідно з розрахунками приймаємо висоту встановлення прожекторів – 6 м.

4.4 Заходи з пожежної безпеки

Для уникнення випадків загорання не прибраного пакування згідно НАПБ А.01.001-2004 «Правила пожежної безпеки України», пожежна безпека забезпечується системою запобігання пожежі шляхом організаційних заходів та технічних засобів, які забезпечують неможливість виникнення пожежі, а також протипожежним захистом, спрямованим на запобігання впливу на людей небезпечних факторів пожежі та обмеження матеріального збитку від неї.

Склад ДУМ згідно НАПББ 03.002-2007 «Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою» відносять до категорії «Д», а клас можливої пожежі, згідно ДБН В.1.1.7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва», визначається, як «Д».

Площа складу становить 400 м². Згідно таблиці «Норми належності порошкових вогнегасників для виробничих і складських будинків та приміщень промислових підприємств» Правил пожежної безпеки в Україні для площі приміщення категорії «Д» понад 150 м² до 500 м² необхідно 4 переносних вогнегасника із зарядом вогнегасної речовини 5 кг. Обираємо 4 вогнегасника ВП-5.

Пожежний інвентар (пожежні відра, ящики з піском, совкові лопати, протипожежні покривала) та пожежний інструмент (гаки, ломи, сокири тощо) розміщені на спеціальних пожежних стендах. Вони утримуються в справному стані і розташовані на видних місцях з забезпеченням вільного доступу до них.

В якості пожежного сигналізатора використовується акустичний сигналізатор у вигляді сирени.

4.5 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

Забезпечення стійкої роботи комунально-енергетичних систем промислового об'єкта. Для забезпечення стійкої роботи комунально-енергетичних систем промислового об'єкта особливу увагу приділяють дослідженню систем енергопостачання.

Визначається залежність роботи об'єкту від зовнішніх джерел енергопостачання, характеризуються внутрішні джерела; підраховується необхідний мінімум електроенергії, газу, води, пари, стиснутого повітря і інших видів енергопостачання в надзвичайних ситуаціях.

Досліджуються енергетична мережа і комунікації: наземні, підземні, проведені по естакадах, траншеях, по фунті, по стінах споруд. Вивчається забезпеченість об'єкту автоматичними пристроями, які дозволяють при необхідності зробити дистанційне, відключення окремих ділянок або всієї системи даного виду енергопостачання.

При розгляді системи водопостачання звертається увага на захист споруд і водозбірників на підземних джерелах води від радіоактивного, хімічного і біологічного зараження. Визначається надійність функціонування системи пожежогасіння, можливість переключення систем водопостачання з дотриманням санітарних правил.

Особлива увага приділяється вивченню систем газопостачання, оскільки газ з джерела енергії може перетворитись у дуже агресивний вторинний фактор ураження.

Перевіряється можливість автоматичного відключення подачі газу на об'єкт, в окремих цехах і на ділянках виробництва, дотримання всіх вимог інструкції по зберіганню і трансформуванню газу.

Жорсткі вимоги висуваються до надійності і безпеки функціонування систем і джерел постачання сильнодіючими отруйними речовинами, киснем, вибухонебезпечними і горючими речовинами.

Дослідження системи управління об'єктів комунально-енергетичних систем проводиться на основі вивчення стану пунктів управління і вузлів зв'язку, надійності системи управління виробництвом, надійності зв'язку з позаміською зоною, розстановки сил, забезпечення керівництва виробничою діяльністю об'єкту в усіх підрозділах підприємства. Визначаються також джерела поповнення робочої сили, аналізуються можливості взаємозаміни керівного складу об'єкту. Особлива увага приділяється вивченню системи оповіщення.

Підготовка об'єкту до відбудови виробництва визначається на основі вивчення характеру виробництва, складності його устаткування, підготовленості персоналу до відбудовних робіт, запасів матеріалів, деталей та устаткування. Необхідно вивчити також можливості будівельних і ремонтних підрозділів підприємства, а також можливості обслуговуючих об'єкт будівельних і монтажних організацій. Слід розглянути виробничу, будівельно-монтажну і проектну документацію для проведення відбудовних робіт і визначити умови її зберігання.

4.6 Висновки з розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»

В даному розділі був проведений аналіз потенційних небезпек при виконанні дослідницької роботи щодо моделювання та дослідження ефективності функціонування транспортно-складської системи на прикладі машинобудівного підприємства, розроблені заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці, розроблені заходи з пожежної безпеки та з безпеки в надзвичайних ситуаціях.

ВИСНОВКИ

При розробці магістерської роботи були розглянуті питання:

- в *літературному огляді* були викладені основи організації логістичних систем, викладені загальні відомості про адресне зберігання вантажів, а також основні поняття імітаційного моделювання;

- в *основній частині* роботи проведений аналіз статистичних даних для подальшої розробки концептуальної моделі, в якій наводяться відомості про параметри елементарних явищ досліджуваного об'єкта, про взаємодію між ними, про місце і значення кожного елементарного явища в загальному процесі функціонування об'єкта, а також створена анімаційна модель та транспортна мережа. За допомогою моделювання роботи транспортно-складської системи було встановлено оптимальну кількість навантажувачів;

- в *економічній частині* проведені розрахунки проектування нового процесу роботи складу, тобто капітальних витрат на палетні стелажі, зроблені розрахунки витрат по базовому варіанту схеми розміщення вантажів на площах складського комплексу, та розрахунки витрат по проектному варіанту впровадження стелажної системи зберігання вантажів. Була розрахована економічна ефективність даного проектного рішення;

- в розділі *охорони праці* було проаналізовано потенційні небезпеки при виконанні навантажувально-розвантажувальних і транспортних робіт, а також розроблені заходи для забезпечення безпеки при організації вантажних операцій і транспортних робіт.

Можемо зробити висновок про доцільність впровадження системи адресного зберігання вантажів, в результаті якої економія річних експлуатаційних витрат підприємства становить 1890921,88 грн.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Смелов, А. А. Введение в логистику: Уч.пособие / А.А. Смелов . - М. : Транспорт, 1993. – 288 с.
2. Миротин, Л.Б. Транспортная логистика. Учебник для транспортных вузов / Под общей редакцией Л.Б. Миротина. – М.: Издательство «Экзамен», 2002. – 512 с.
3. Залманова, М. Е. Закупочная и распределительная логистика: Учеб. пособие / М. Е. Залманова. - Саратов : СПИ, 1992. – 188 с.
4. Залманова, М. Е. Сбытовая логистика: Учеб. пособие по курсу «Логистика» / М.Е. Залманова. - Саратов: Саратовский государственный технический университет, 1993. – 260 с.
5. Залманова, М. Е. Управление системами переработки, хранения и доставки продукции. Логистическая концепция : Учеб. Пособие / М.Е. Залманова. - Саратов : СПИ, 1990. – 240 с.
6. Дегтяренко, В. Н. Основы логистики и маркетинга / В.Н. Дегтяренко. – Ростов-на-Дону, 1992. - 252 с.
7. Гаджинский, А.М. Основы логистики: Уч. пособие/А. М. Гаджинский. -М.: Информационно-внедренческий центр «Маркетинг», 1995.
8. Бабушкін, Г.Ф. Технологія та організація транспортно-складських робіт на промисловому транспорті : Навч. посібник. – К.: ІСДО, 1993. – 190 с.
9. Боев, В.Д. Компьютерное моделирование: Пособие для курсового и дипломного проектирования / В.Д. Боев, Д. И. Кирик, Р. П. Сыпченко. — СПб.: ВАС, 2011. — 348 с.
10. Боровиков, В.П. STATISTICA. Статистический анализ и обработка данных в среде Windows / В.П. Боровиков, И.П. Боровиков.– М.: Информационно-издательский дом «Филинь», 1998. – 608 с.

11. Лащенко, О.А. Імовірнісні і статистико-експериментальні методи аналізу транспортних систем: Навчальний посібник / О.А. Лащенко, О.Ф. Кузькін, С.В. Грицай. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2011. – 420 с.
12. Лащенко, О.А. Методи і моделі оптимізації транспортних процесів і систем / О.А. Лащенко, О.Ф. Кузькін.– Запоріжжя: ЗНТУ, 2007.
13. Зайцев, Н.Л. Экономика промышленного предприятия : Учеб. пособие / Зайцев, Н.Л. – М.: ИНФРА – М, 2002. – 224 с.
14. Бойчик, І.М. Економіка підприємства : Навч. посібник /І.М. Бойчук, П.С. Харів, М.І. Хопчан. – Львів.: СПОЛОМ, 1999. – 212 с.
15. Грузинов, В.П. Экономика предприятия : Учебное пособие для студ. вузов / В.П. Грузинов, В.Д. Грибов. 2-е изд., доп. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 208с.