

Галузеве машинобудування

УДК 658.7

DOI: <https://doi.org/10.32347/tb.2024-41.0401>

Іван Назаренко,

доктор технічних наук,
професор кафедри машин і обладнання технологічних процесів,
Київський національний університет будівництва і архітектури,
просп. Повітряних сил 31, м. Київ, 03037, Україна,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1888-3687>,
E-mail: nazarenko.ii@knuba.edu.ua,

Олег Дєдов,

доктор технічних наук,
доцент кафедри машин і обладнання технологічних процесів,
Київський національний університет будівництва і архітектури,
просп. Повітряних сил 31, м. Київ, 03037, Україна,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5006-772X>,
E-mail: diedov.op@knuba.edu.ua,

Олександр Дьяченко,

кандидат технічних наук,
доцент кафедри Машин і обладнання технологічних процесів,
Київський національний університет будівництва і архітектури,
просп. Повітряних сил 31, м. Київ, 03037, Україна
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8199-2504>,
E-mail: diachenko.os@knuba.edu.ua,

Євген Міщук,

доктор філософії в галузі технічних наук,
доцент кафедри машин і обладнання технологічних процесів,
Київський національний університет будівництва і архітектури,
просп. Повітряних сил 31, м. Київ, 03037, Україна,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7850-0975>,
E-mail: mischuk.ieo@knuba.edu.ua,

Микола Ручинський,

кандидат технічних наук,
професор кафедри Машин і обладнання технологічних процесів,
Київський національний університет будівництва і архітектури,
просп. Повітряних сил 31, м. Київ, 03037, Україна,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9362-292X>,
E-mail: ruchynskyi.mm@knuba.edu.ua,

Сергій Орищенко,

доктор філософії в галузі технічних наук,
доцент кафедри машин і обладнання технологічних процесів,
Київський національний університет будівництва і архітектури,
просп. Повітряних сил 31, м. Київ, 03037, Україна,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5359-5285>,
E-mail: oryschenko.sv@knuba.edu.ua,

Володимир Слюсар

аспірант,
асистент кафедри машини і обладнання технологічних процесів,

Київський Національний Університет Будівництва і Архітектури,
просп. Повітряних сил 31, м. Київ, 03037, Україна,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4332-3144>,
E-mail: sliusar.vs@knuba.edu.ua,

Валерій Яковенко,
доктор технічних наук,
професор кафедри машин і обладнання технологічних процесів,
Київський національний університет будівництва і архітектури,
просп. Повітряних сил 31, м. Київ, 03037, Україна
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8759-8652>,
E-mail: iakovenko.vb@knuba.edu.ua,

НАУКОВІ АСПЕКТИ ОБГРУНТУВАННЯ ІНЖЕНЕРІЇ ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ БУДІВНИЦТВА В РАМКАХ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «ПРИКЛАДНА МЕХАНІКА»

***Анотація** В статті наведені результати обґрунтування місця та визначення машин і процесів будівельної індустрії, об'єднаних у відповідності до спеціалізації інженерія логістичних систем спеціальності прикладна механіка. Здійснено аналіз існуючих визначень словосполучення «логістична система» із оцінкою терміну «система» в контексті інженерії логістичних систем машин і процесів будівельної індустрії. Обумовлено це тим, що логістичні системи вкладаються у загальноприйняте поняття «системи», бо складаються із системоутворюючих елементів, тісно взаємопов'язаних і взаємозалежних між собою, які мають впорядковані зв'язки й утворюють певну структуру із заздалегідь заданими властивостями. Саме такими являються більшість схем, що реалізують потоки матеріалів при подрібненні, сортуванні, перемішуванні, укладанні та ущільненні.*

***Ключові слова:** прикладна механіка, логістична система, інженерія, машини, властивості, енергетичні та масові потоки, параметри.*

SCIENTIFIC ASPECTS OF SUBSTANTIATION OF ENGINEERING OF LOGISTICS SYSTEMS OF THE CONSTRUCTION INDUSTRY WITHIN THE FRAMEWORK OF THE SPECIALTY "APPLIED MECHANICS"

***Abstract** The article presents the results of substantiating the place and definition of machines and processes of the construction industry, united in accordance with the specialization of logistics systems engineering of the specialty of applied mechanics. An analysis of existing definitions of the phrase "logistics system" was carried out with an assessment of the term "system" in the context of engineering of logistics systems of machines and processes of the construction industry. This is due to the fact that logistics systems are included in the generally accepted concept of "system", because they consist of system-forming elements, closely interconnected and interdependent with each other, which have ordered connections and form a certain structure with predetermined properties. Most of the schemes that implement material flows during crushing, sorting, mixing, stacking and compaction are of this type.*

***Keywords:** applied mechanics, logistics system, engineering, machines, properties, energy and mass flows, parameters.*

1. Вступ. Логістичні системи є поширеними як за визначенням так і застосуванням в багатьох галузях, які є динамічними і цілеспрямованими. Тому в спеціалізації інженерія логістичних систем спеціальності прикладна механіка є важливим науковим напрямком їх застосування на основі аналізу й синтезу та створення ефективних керованих систем будівельної індустрії.

2. Аналіз існуючих визначень «логістична система» та їх застосування. Існує низка визначень понять, що являє собою логістична система. Формування понять «логістична система» займалися вітчизняні та закордонні фахівці [1,2,4-9] Це: А.М. Гаджинський, М.П. Денисенко, Є.В. Крикавський, Н.В. Чернописька, В.С. Лукинський, Н.Г. Метеленко, В.І. Сергеев, О.М. Тридід та іноземні фахівці: Д.Дж. Бауерокс і Д.Дж. Клос та інші. Словосполучення «логістична система» складаючись із двох термінів: логістична і система, потребує змістов-

ного аналізу цих термінів для з'ясування не тільки природи їх утворення, а і виявлення особливостей застосування. Сталим, наведеним в енциклопедії визначенням, є наступне формулювання: логістична система — адаптивна система із зворотним зв'язком, що виконує ті чи інші логістичні функції та операції, складається, переважно, з декількох підсистем і має досить розвинуті зв'язки із зовнішнім середовищем. Адаптивна система (система, що сама пристосовується) — система, що автоматично змінює алгоритми свого функціонування і (іноді) свою структуру з метою збереження або досягнення оптимального стану при зміні зовнішніх умов. Ці два визначення наближає до думки про можливість застосування терміну «логістична система» від великої кількості математичного опису керованих систем до кібернетичних систем, в тому числі конструкцію електромагнітного вібромайданчика[3]. Так, тому що за характером змін у керуючому пристрої адаптивні системи поділяють на: самоналаштовані (змінюються тільки значення параметрів регулятора) та самоорганізовані (змінюється структура самого регулятора). Таких прикладів можна навести із будь якої галузі народного господарства. Отже є всі підстави вважати, що в рамках спеціальності «прикладна механіка» логістична система має право на використання до визначення певних пристроїв і комплекту машин, що і є предметом даних досліджень.

3. Викладення основного матеріалу. Логістичні системи вкладаються у загальноприйняте поняття «системи», бо складаються із системо утворюючих елементів, тісно взаємопов'язаних і взаємозалежних між собою, які мають впорядковані зв'язки й утворюють певну структуру із задалегідь заданими властивостями. Вона, як правило, складається з декількох підсистем і має розвинені зв'язки між собою або із зовнішнім середовищем. В першому випадку логістичну систему можна розглядати як машину, механізм, засоби механізації, роботи та маніпулятори. комплекти машин, а в другому – промислове підприємство, лінії виробництва будівельних матеріалів тощо. Логістичні системи поділяють на макро- і мікрологістичні. Макрологічна система – це система, що складається із комплекту машин, якими необхідно здійснювати відповідне управління їхньою роботою в заданому технологією процесі виконання робіт, технологічна лінія зібрання тої чи іншої конструкції машини, або інша система управління матеріальними потоками, що охоплює підприємства і організації промисловості. Мікрологістичні системи є підсистемами, структурними складовими макрологістичних систем. До них відносяться різні збірні одиниці машин: приводи, системи керування робочими органами машин. Любій логістичній системі притаманні наступні властивості:

-цілісність і здатність до розділення – система є цілісна сукупність елементів, що взаємодіють один з одним;

- між елементами логістичної системи є суттєві зв'язки, які з закономірною необхідністю визначають інтегративні якості;

-зв'язки між елементами логістичної системи певним чином впорядковані, тобто логістична система володіє певною організацією своєї роботи;

-логістична система володіє інтегративними якостями, не властивими жодному з елементів окремо. Формування машинобудівного підприємства як логістичної системи в інтеграційному логістичному середовищі із чітко визначеними як внутрішніми так і зовнішніми зв'язками, є запорукою досягнення значного синергічного ефекту логістичної інтеграції.

4. Основи формування логістичних систем будівельної індустрії.

4.1.Розробка принципів формування логістичних систем. В основі рішення покладені методи прогнозування, методологія системного аналізу, кібернетичний підхід, фізико-математичне моделювання. Важливість прогнозування логістичних систем зумовлена тенденціями розвитку цих систем: можливі використання нових розробок(роботів, маніпуляторів), поява нових альтернатив вирішення проблем, застосування нових більш надійних і дешевих матеріалів при створенні машин і обладнання, як підсистем логістичних систем. Здійснюється прогнозування в наступній послідовності:

- визначення об'єкта прогнозування та його параметрів;

- обґрунтування критеріїв оцінки та моделей прогнозування;

- результати прогнозу.

Методологія системного аналізу базується на досягненні як класичних галузей науки (математика, фізика, механіка та ін.), так і неklasичних областей (синергетика, інформатика, теорії нелінійної динаміки й динамічного хаосу, катастроф). Спільний взаємовплив техніки і сучасної технології збагачує системний аналіз новими методами, моделями, середовищами.

Кібернетичний підхід передбачає вивчення процесів управління, розгляд елементів системи, в тому числі за допомогою виявлення прямих та обернених зв'язків.

Фізико-математичне моделювання базується на досягненні основних положень класичної механіки та теорії суцільних середовищ. Побудова моделей для проектування логістичної системи полягає (рис.1) в уявленні фізики робочих процесів та інтерпретації їх у математичній формі[10].

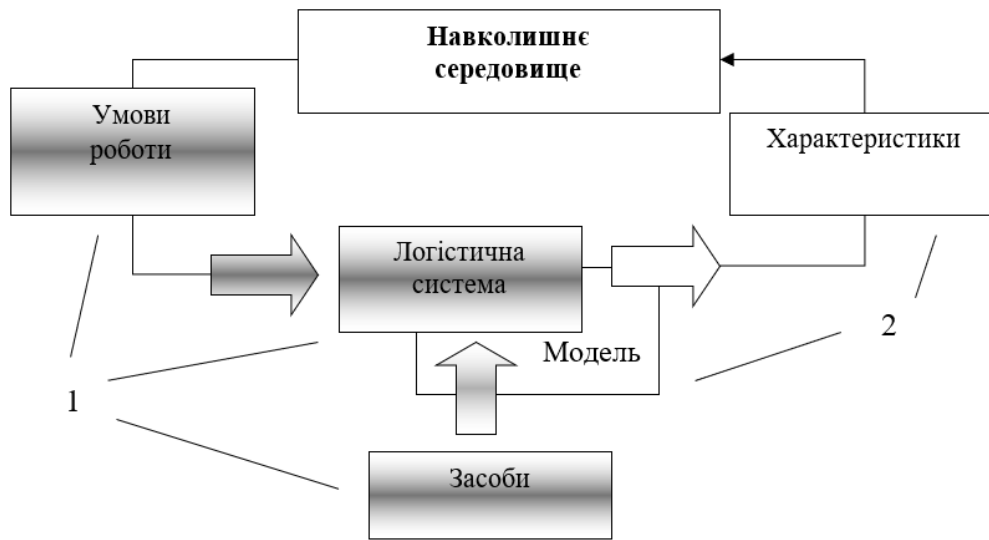


Рис. 1. Схема завдання з моделювання логістичної системи:
1 – відомі дані; 2 – обумовлені дані.

Fig. 1. Schematic of the task of modeling a logistics system:
1 – known data; 2 – conditional data

Принципи формування синергетичної логістичної системи приведено на рисунку 2.

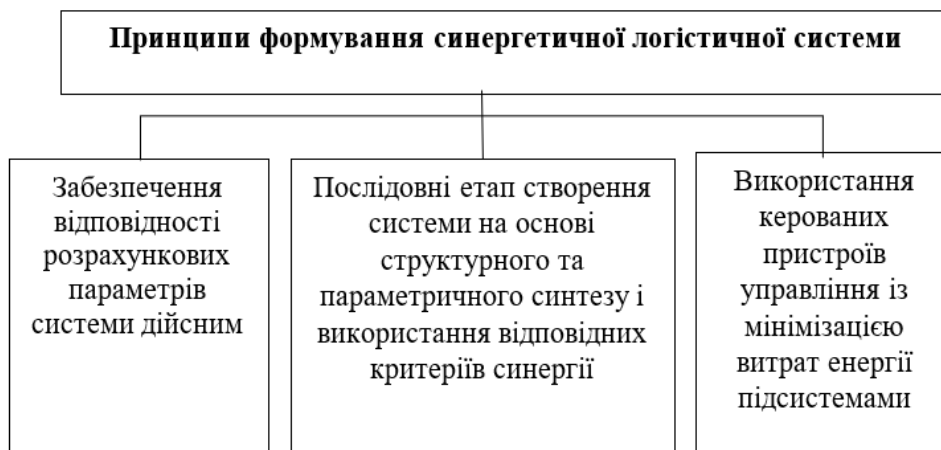


Рис.2. Принципи формування логістичної системи

Fig. 2. Principles of forming a logistics system

4.2. Приклади логістичних систем будівельної індустрії.

4.2.1. Структурна схема машини, як логістичної системи.

На рисунку 3 наведено загальну структурну схему машини для обробки матеріалів. За структурою машина, як система складається з ряду підсистем, тобто пристроїв, призначених для виконання певних технологічних операцій і функцій [11].

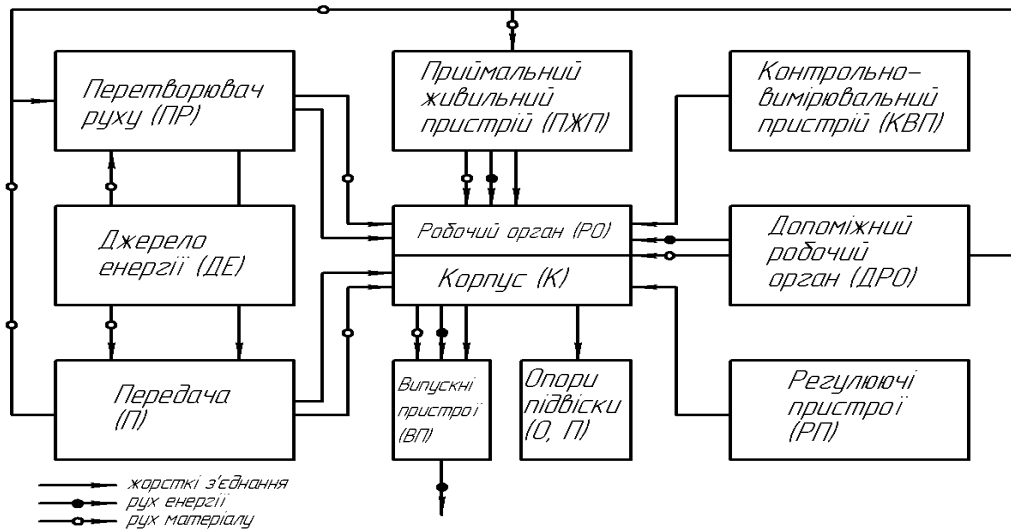


Рис. 3. Структурна схема машини, як логістична система.

Fig. 3. Structural diagram of the machine as a logistics system.

Усі підсистеми загальної структурної системи машини (див. рис.3) мають певне призначення. Джерело енергії (ДЕ) – це привід машини, що здійснює перетворення одного виду енергії в інший (зазвичай електричної в механічну) і подавання її до робочого органу (РО). Привід складається з перетворювача енергії (ПЕ), передачі (П) і перетворювача руху (ПР). Найчастіше в ролі ПЕ використовують електродвигун, іноді електромагніти, гідропневмоприводи. Передатні механізми можна поділити на три види: ті, що не змінюють швидкості, та ті, які змінюють і регулюють швидкість. До першого типу належать різноманітні муфти. Для зміни швидкості руху застосовують різні пристрої, а для регулювання – варіатори. ПР слугує для зміни виду руху, найчастіше обертальний рух перетворюється в інші види, наприклад, у зворотно-поступальний.

Корпус (К) – елемент, який слугує безпосередньо для кріплення і з'єднання елементів машини, може бути виконаний у вигляді корпусу литої станини, металоконструкції або рами (зварної або розбірної).

Робочий орган (РО) – елемент машини, що безпосередньо впливає на продукт. РО, що виконують основну технологічну функцію, називають основними, а елементи які виконують додаткові операції, – допоміжним робочим органом (ДРО).

Приймально-живильний пристрій (ПЖП) – елемент машини, які слугують для приймання (подавання) сировини або напівфабрикатів і при необхідності бути керованою у часі підсистемою.

Випускні пристрої (ВП) – елементи машини, які слугують для виведення отриманого в результаті технологічної обробки одного або декількох продуктів.

Опори і підвіски (О і П) – елементи, які слугують для з'єднання рухомих елементів машин з нерухомими за допомогою пружин та інших пружних елементів. Багато сучасних машин і обладнання будівельної індустрії мають у своєму складі органи управління (У), регулювальні пристрої (РП), контрольно-вимірювальні прилади і апаратуру (КВП), сенсори (С). Отже, така машина за своєю будовою складається із взаємопов'язаних підсистем, характеризується керованістю руху елементів у часі, що і підставою її вважати логістичною системою.

4.2.1. Схема та принцип роботи само адаптованої вібраційної машини.

Вібромайданчик з електромагнітним приводом являє собою двомасову автоколивальну систему[3]. Верхня маса включає масу робочого органу 3 (рис.4), на який встановлено форму 1 з сумішшю, що ущільнюється, та масу статора 4 електромагніта з котушкою 5. Верхня маса ізолювана від фундаменту опорними амортизаторами 2.

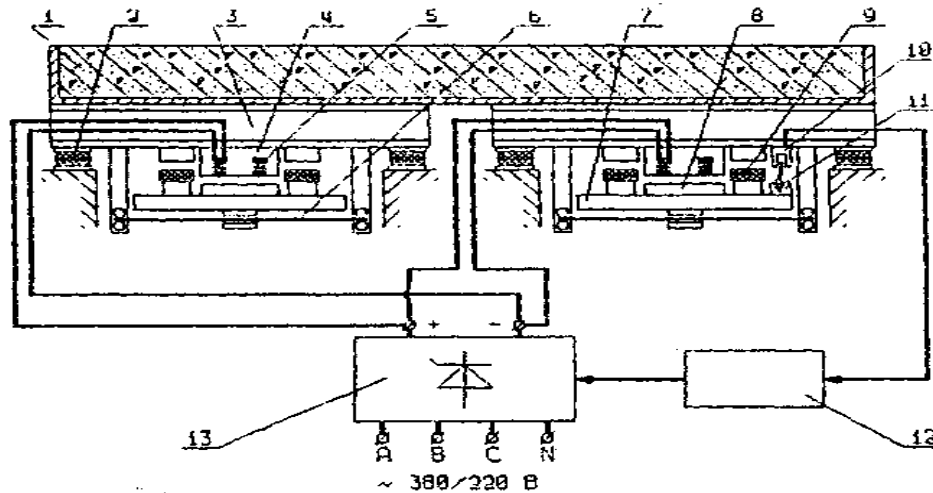


Рис.4. Само адаптований електромагнітний вібромайданчик з керованим режимом роботи.
Fig. 4. Self-adapted electromagnetic vibrating platform with controlled operation mode.

Нижня маса включає масу ударника 7 з якорем 8 електромагніта. Ударник з'єднується з робочим органом пружним зв'язком (ресорою) 6. Маси співударяються через буфери 9, зазор в яких менший від зазору у магнітопроводі електромагніта. Котушки електромагнітів усіх віброблоків під'єднано паралельно до блока живлення. Між робочим органом і ударником встановлено переривник живлення електромагнітів. Переривник, який являє собою безконтактний індукційний датчик 10 і прапорець 11, є елементом зворотного зв'язку в схемі керування 12 блоком живлення 13. Блоком живлення є трифазний тиристорний випрямляч. Під час проходження струму в котушці під дією електромагнітної сили маси зближуються і стискають пружні елементи підвіски ударника. При заданому положенні мас (в початковий момент удару або трохи раніше) переривник знеструмує котушку. Далі, під дією сили тяги електромагніта, яка продовжується залишковим струмом, маси продовжують зближуватись, стискаючи буфери. Потім під дією потенціальної енергії стиснення буферів і підвіски ударника, а також завдяки відновленню швидкості після удару маси віддаляються. Через заданий проміжок часу (в початковий момент зближення мас або трохи пізніше) реле часу, яке ввімкнене до схеми керування, подає живлення на котушку і цикл повторюється. Зміною затримки часу на ввімкнення електромагнітів можна регулювати параметри системи. Це відбувається безпосередньо під час роботи машини за допомогою перемінного резистора, який увімкнено до реле часу. При регулюванні затримки часу в межах періоду коливальності частота ударів змінюється на 15%, напіврозмах коливальності робочого органу – на 30%, максимальне прискорення – на 200%, асиметрія – на 35%. При зміні затримки часу в широкіх межах отримано стійкі режими роботи установки в інтервалі 4...25 Гц. Це дає підставу рекомендувати використання таких систем, поряд із ущільненням, в інших технологічних операціях (наприклад сортуванні матеріалів, руйнуванні породи тощо).

5. Обговорення результатів. Здійснений наліз існуючих визначень «логістична система» та їх застосування засвідчив, що існує низка визначень понять такої системи. Слово-сполучення «логістична система», яка складається із двох термінів- логістична і система, розглянуто у контексті інженерії логістичних систем машин і процесів будівельної індустрії. Обумовлено це тим, що логістичні системи вкладаються у загальноприйняте поняття «сис-

теми», бо складаються із системо утворюючих елементів, тісно взаємопов'язаних і взаємозалежних між собою, які мають впорядковані зв'язки й утворюють певну структуру із задалегідь заданими властивостями. Наведена розробка принципів формування логістичних систем в основі яких покладені методи прогнозування, методологія системного аналізу, кібернетичний підхід, фізико-математичне моделювання. Сформульовані принципи формування синергетичної логістичної системи цілком корелюються із дисциплінами «моделювання та проектування логістичних систем» та «синтез логістичних систем». Наведені практичні рішення (рис.3, рис.4) цілком як за будовою так і за принципом роботи володіють загальноприйнятим властивостям логістичних систем, тобто являються адаптивними системами із зворотним зв'язком.

6. Висновки:

1. Приведені результати обґрунтування місця та визначення машин і процесів будівельної індустрії, об'єднаних у відповідності до спеціалізації інженерія логістичних систем спеціальності «прикладна механіка».

2. Розроблені принципи формування логістичних систем для схем і машин будівельної в основі покладені методи прогнозування, методологія системного аналізу, кібернетичний підхід, фізико-математичне моделювання, які можна передбачити як вибіркові дисципліни для бакалаврів та магістрів спеціалізації інженерія логістичних систем.

3. Наведені приклади логістичних систем будівельної індустрії як за будовою так і за принципом роботи володіють загальноприйнятим властивостям логістичних систем.

Список використаних джерел:

1. Назаренко І.І Синтез логістичних систем: конспект лекцій.– К.: КНУБА, 2016.– 128 с.
2. Назаренко І.І. Основи моделювання і проектування логістичних систем та процесів будіндустрії: монографія. Київ: «Видавництво Людмила», 2019. 190 с.
3. Назаренко І.І. Прикладні задачі теорії вібраційних систем. Навчальний посібник (2-ге видання).- К.:Видавничий Дім «Слово», 2010. – 440с.
4. Василевський М. Системи забезпечення ланцюгів поставок у машинобудуванні : монографія / М.Василевський. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. – 312 с.
5. Денисенко М. П. Організація та проектування логістичних систем: підручник / за ред. проф. М. П. Денисенка, проф. П. Р. Лековця, проф. Л. І. Михайлової. – К.: Центр учбової літератури, 2010. – 336 с.
6. Кислий В.М., Біловодська, О.А., Олефіренко О.М. та інші. Логістика: Теорія та практика: Навч. посіб.– К.: Центр учбової літератури, 2010. – 360с.
7. Крикавський Є.В., Чорнописька Н.В. Логістичні системи: [навч.посібник] /– Львів: Вид-во Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2009. – 264 с.
8. Малуца Л.Я. Конспект лекцій з курсу «Логістика» : Електронний ресурс /– Тернопіль, ТНТУ, 2017. – 120с. – Режим доступу: <https://dl.tntu.edu.ua>
9. Метеленко Н.Г. Тарабан К. С.. Логістична система підприємства машино-будівної галузі у логістичному менеджменті. Финансы. Учет. Банки.. № 1 (20) 2014. С. 196 – 202.
10. Назаренко І.І. Гарнець В.М., Свідерський А.Т. та інші. Системний аналіз технічних об'єктів: Навчальний посібник.– К.: КНУБА, 2009.-164 с.
11. Назаренко І.І., Берник І.М. Основи проектування і конструювання машин та обладнання переробних виробництв: Навчальний посібник для вищих навчальних закладів.К.: « Видавничий Дім.: «Слово», 2012. – 590с.

References:

1. Nazarenko I.I. Synthesis of logistics systems: lecture notes.– Kyiv: KNUBA, 2016.– 128 p.
2. Nazarenko I.I. Fundamentals of modeling and design of logistics systems and processes of the building industry: monograph. Kyiv: Lyudmila Publishing House, 2019. 190 p.
3. Nazarenko I.I. Applied problems of the theory of vibration systems. Textbook (2nd edition).– Kyiv: Slovo Publishing House, 2010. – 440 p.

4. Vasylevsky M. Supply chain support systems in mechanical engineering: monograph / M. Vasylevsky. – Lviv: Lviv Polytechnic Publishing House, 2011. – 312 p.
5. Denysenko M. P. Organization and design of logistics systems: a textbook / edited by prof. M. P. Denysenko, prof. P. R. Lekovets, prof. L. I. Mykhaylova. – Kyiv: Center for Educational Literature, 2010. – 336 p.
6. Kyslyi V.M., Bilovodska, O.A., Olefirenko O.M. and others. Logistics: Theory and practice: Textbook – Kyiv: Center for Educational Literature, 2010. – 360 p.
7. Krykavskiy E.V., Chornopyska N.V. Logistics systems: [textbook] /– Lviv: Publishing house of the National University “Lviv Polytechnic”, 2009. – 264 p.
8. Malyuta L.Ya. Lecture notes for the course "Logistics": Electronic resource /– Ternopil, TNTU, 2017. – 120p. – Access mode: <https://dl.tntu.edu.ua>
9. Metelenko N.G. Taraban K. S.. Logistics system of an enterprise of the machine-building industry in logistics management. Finance. Accounting. Banks.. No. 1 (20) 2014. P. 196 – 202.
10. Nazarenko I.I. Garnets V.M., Svidersky A.T. and others. System analysis of technical objects: Textbook.– K.: KNUBA, 2009.-164 p.
11. Nazarenko I.I., Bernyk I.M. Fundamentals of design and construction of machines and equipment for processing industries: Textbook for higher educational institutions. K.: « Publishing House: «Slovo», 2012. – 590p.