

Український державний університет залізничного транспорту


Кафедра «Машинобудування та технічний сервіс машин»


## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ДВОБАЛКОВОГО МОСТОВОГО КРАНУ


Пояснювальна записка і розрахунки  
до дипломної роботи магістра

ДМП.10.00.00.000 ПЗ

Розробив студент групи 211-БКМ-Д23  
спеціальності 133 – Галузеве  
машинобудування (роботу виконано  
самостійно, відповідно до принципів  
академічної доброчесності)

 Вадим ПЕРЕСТЮК

Керівник: канд. техн. наук, доцент  
 Євгеній РОМАНОВИЧ

Рецензент: канд. техн. наук, доцент  
 Олексій ЛОБЯК

Харків – 2025

# Український державний університет залізничного транспорту

**Факультет будівельний**

**Кафедра «Машинобудування та технічний сервіс машин»**

**Рівень вищої освіти:** другий (магістерський)

**Спеціальність:** 133 «Галузеве машинобудування»

**Освітня програма:** «Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, колійні машини та обладнання»

## **ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри,  
професор, д-р техн. наук

 Сергій ВОРОНІН

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

## **ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ** Перестюку Вадиму Віталійовичу

1 Тема:

«Підвищення ефективності роботи двобалкового мостового крану»  
та керівник роботи:

Романович Євгеній Валентинович, канд. техн. наук, доцент  
затверджені розпорядженням по будівельному факультету  
від « 30 » \_\_\_\_\_ 09 \_\_\_\_\_ 2024 року № 10

2 Строк подання студентом закінченої роботи « 04 » \_\_\_\_\_ січня \_\_\_\_\_ 2025 року

3 Вихідні дані:

- 3.1 Тип крана - кран мостовий двобалковий;
- 3.2 Вантажопідйомність 10 т;
- 3.3 Висота підйому 25 м;

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

- 4.1 Аналіз існуючих конструкцій мостових кранів;
- 4.2 Дослідження функціональних залежностей енергетичних характеристик механізмів мостового крану;
- 4.3 Розрахункова частина;
- 4.4 Техніко-економічні розрахунки;
- 4.5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях;
- 4.6 Висновки

5 Перелік графічного матеріалу

- 5.1 Мета і задачі кваліфікаційної роботи;
- 5.2 Аналіз конструкцій мостових кранів;

- 5.3 Основні етапи раціонального проектування механізмів мостових кранів;
- 5.4 Функціональні залежності між масою електродвигуна і його потужністю, та масою і потужністю редуктора;
- 5.5 Загальний вигляд крана;
- 5.6 Загальний вигляд візка вантажного;
- 5.7 Загальний вигляд механізму пересування крана;
- 5.8 Загальний вигляд механізму пересування візка вантажного;
- 5.9 Порівняльна таблиця техніко-економічних показників.

6 Консультанти окремих розділів

Розділ	Прізвище, ініціали, посада та науковий ступінь консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розрахунок економічного ефекту від впровадження результатів роботи	Токмакова І.В., професор, д-р екон. наук	<i>Токмакова</i>	<i>Токмакова</i>
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Козар Л.М., доцент, канд. техн. наук	<i>Козар</i>	<i>Козар</i>

7 Дата видачі завдання «21» жовтня 2024 року.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

Назва етапів	Строк виконання етапів	Примітка
1 Аналіз існуючих конструкцій мостових кранів	01.11.2024	<i>виконано</i>
2 Теоретичні дослідження	15.11.2024	<i>виконано</i>
3 Розрахункова частина	30.11.2024	<i>виконано</i>
4 Техніко-економічні розрахунки	15.12.2024	<i>виконано</i>
5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	30.12.2024	<i>виконано</i>
6 Графічна частина	04.01.2025	<i>виконано</i>

Студент *ТВВуф* Вадим ПЕРЕСТЮК  
 Керівник *Романович* Євгеній РОМАНОВИЧ

## АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 10 слайдів презентації, 118 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 20 рисунків, 11 таблиць, 45 літературних джерела.

Ключові слова: ВАНТАЖ, МОСТОВИЙ КРАН, ДИНАМІКА, НАВАНТАЖЕННЯ, ПІДЙОМ ВАНТАЖУ.

Об'єктом дослідження є динамічні процеси в механізмі підйому вантажу мостового крана.

Метою дослідження є підвищення ефективності роботи двобалкового мостового крана з додатковим механізмом підйому-опускання вантажу.

Наведені класифікація та опис конструкцій сучасних мостових кранів. Виконаний аналіз конструктивних виконань мостових кранів, на базі якого розроблені рекомендації щодо модернізації цих кранів з метою підвищення ефективності їх роботи.

Розроблено математичні моделі основних механізмів мостових кранів, за допомогою яких досліджено масово-енергетичні характеристики механізмів пересування і підйому вантажу мостового крану. За результатами проведених досліджень запропоновано нові конструкції цих механізмів мостового крану.

Виконані розрахунки основних вузлів та механізмів мостового крану. Встановлений економічний ефект від впровадження результатів досліджень. Розглянуті питання охорони праці та безпека в надзвичайних ситуаціях під час експлуатації запропонованого крана.

## ABSTRACT

This qualification work includes 10 presentation slides, 118 sheets of A4 explanatory note, including 20 figures, 11 tables, 45 references.

Keywords: CARGO, OVERHEAD CRANE, DYNAMICS, LOAD, LIFTING.

The object of study is the dynamic processes in the mechanism of lifting the load of an overhead crane.

The purpose of the research is to improve the efficiency of a double-girder overhead crane with an additional mechanism for lifting and lowering loads.

The classification and description of modern bridge cranes are given. An analysis of the structural designs of overhead cranes has been carried out, on the basis of which recommendations for the modernization of these cranes have been developed in order to increase the efficiency of their operation.

Mathematical models of the main mechanisms of overhead cranes have been developed, with the help of which the mass and energy characteristics of the mechanisms of movement and lifting of the bridge crane load have been investigated. Based on the results of the research, new designs of these mechanisms of the overhead crane are proposed.

Calculations of the main components and mechanisms of the overhead crane were performed. The economic effect of the implementation of the research results was determined. The issues of labor protection and safety in emergency situations during the operation of the proposed crane are considered.

## ЗМІСТ

Перв. примен.	Вступ	6
	1 Аналіз конструктивних виконань мостових кранів	8
	1.1 Класифікація та опис конструкцій мостових кранів	8
	1.2 Загальний опис конструкції запропонованого мостового крана	13
	2 Дослідження функціональних залежностей енергетичних характеристик механізмів мостового крану	15
	2.1 Моделювання основних механізмів мостових кранів	15
	2.2 Дослідження масово-енергетичних характеристик механізмів пересування і підйому вантажу мостового крану	19
	3 Розрахункова частина	25
	3.1 Розрахунок механізму підйому вантажу	25
	3.2 Розрахунок додаткового механізму підйому вантажу	37
Справ. №	3.3 Розрахунок механізму пересування візка	47
	3.4 Розрахунок механізму пересування крану	56
	3.5 Розрахунок металоконструкції крана	64
	4 Техніко-економічні розрахунки	75
	4.1 Вихідні дані	75
	4.2 Розрахунок продуктивності машин	77
	4.3 Розрахунок вартості машино-години роботи машин	79
	4.4 Розрахунок економічного ефекту	83
	4.5 Висновки	89
	5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	90
Взам. инв. №	5.1 Коротка характеристика об'єкта дослідження	90
	5.2 Аналіз умов праці	91
	5.3 Заходи з охорони праці	92

Подп. и дата	<i>ДМП.10.00.00.000 ПЗ</i>				
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Подп. и дата	Разраб.	Перестюк	ТВВуф		
	Пров.	Романович	Романович		
Инв. № подл.	Н.контр.	Козар	акоуцф		
	Утв.	Воронін	Воронін		
<i>Підвищення ефективності роботи двобалкового мостового крану</i>					Лит.
					Лист
					Листов
					<i>4</i>
					<i>118</i>
<i>УкрДУЗТ</i>					

5.4 Надзвичайні ситуації та подолання їх наслідків	94
5.5 Оцінка сховища за життєзабезпеченням в умовах надзвичайної ситуації унаслідок аварії з радіоактивним джерелом іонізуючого випромінювання	97
Висновки	101
Список використаних джерел	102
Додаток А Ілюстративні матеріали	108

Інв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ДМП.10.00.00.000 ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Копировал	Формат А4

## ВИСНОВКИ

1 На основі проведеного аналізу існуючих конструкцій і компоновки мостових кранів встановлено, що найбільш перспективними є мостові крани з електричним приводом, у яких в якості механізму підйому і переміщення вантажу використовують електричні талі, а також механізми типу електричних лебідок.

2 Проведено аналіз статистичних даних за масово-енергетичними характеристиками механізмів пересування і підйому вантажу, що дозволило виявити залежність маси електродвигунів від потужності електродвигунів, а також отримати рівняння регресії залежності маси редуктора від потужності редуктора.

3 Розроблено мостовий двобалковий кран вантажопідйомністю 10 т з додатковим механізмом підйому-опускання вантажу, з метою економії енергоресурсів при роботі з вантажами, маса яких не перевищує 2 т.

4 Виконано розрахунки основних параметрів крану, розрахунок основного і додаткового механізмів підйому вантажу, механізму пересування візка та крана, розрахунок металоконструкції.

5 Виконано розрахунок економічних показників, розглянуті питання охорони праці. Очікуваний економічний ефект склав 2,9 млн. грн.

Отримані результати розрахунків підтверджують доцільність впровадження модернізованого крану.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1 Григоров О.В., Петренко Н.О. Вантажопідйомні машини : навч. посіб. Харків : НТУ «ХПІ», 2005. 304 с.
- 2 Тіщенко Л. М. Проектування вантажопідйомних машин та навантажувачів. Харків : Будівництво, 2003. 407 с.
- 3 Чумак М. Г. Матеріали та технологія машинобудування. Київ : Либідь, 2000. 368 с.
- 4 Любін М. В., Гунько І. В., Цуркан О. В. Вантажопідйомні механізми та машини : навч. посіб. Вінниця : Едельвейс і К, 2015. 295 с.
- 5 Міренський І. Г., Бабічева О. Ф. Оцінка надійності технічних систем на стадії проектування : навч. посіб. Харків: ХДАМГ, 2003. 106 с.
- 6 Поліщук Л. К., Слабкий А. В. Підйомно-транспортні машини та механізми : лаборатор. практикум. Вінниця : ВНТУ, 2018. 74 с.
- 7 Мархель І.І. Деталі машин : навч. посіб. Київ : Алерта, 2005. 368 с.
- 8 Підйомно-транспортні машини: Розрахунки підймальних і транспортувальних машин : підруч. для студентів вищих навч. закладів, які навчаються за напрямом «Інженерна механіка» / В. С. Бондарєв та ін. Київ : Вища школа, 2009. 734 с.
- 9 Колісник М. П., Шевченко Д. Ф., Мелашич В. В. Основи розробки, виробництва, монтажу, випробувань та обстежень підйомно-транспортних машин : навч. посіб. Дніпропетровськ : Пороги, 2007. 193 с.
- 10 Іванченко Ф. К. Підйомно-транспортні машини : підруч. Київ : Вища школа, 1993. 413 с.
- 11 Будівельні та колійні машини. Ч.2. Будівельна техніка: Навч. посібник / А.М. Кравець, А.В. Євтушенко, А.В. Погребняк та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2016. – 274 с.
- 12 Піпа Б. Ф., Хом'як О. М., Чабан В. В. Підйомно-транспортні пристрої : навч. посіб. Київ : КНУТД, 2006. 143 с.



13 Деталі машин і підйомно-транспортне обладнання : навч. посібю / В. О. Малащенко та ін. Рівне : НУВГП, 2017. 346 с.

14 Про охорону праці : Закон України від 14.10.1992 № 2694-ХІІ // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text> (дата звернення: 31.10.2024).

15 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях : методичні вказівки до виконання розділу в дипломному проекті спеціалістів і магістрів / М. І. Ворожбіян, О. В. Костиркін, Д. С. Козодой, Б. К. Гармаш. УкрДАЗТ, 2014. 22 с. Також доступний у PDF: URL: <http://lib.kart.edu.ua/handle/123456789/7368> (дата звернення: 31.10.2024).

16 ДСТУ 2293:2014. Охорона праці. Терміни та визначення основних понять. Чинний від 2015–05–01. Київ : Мінекономрозвитку, 2015. 18 с. Також доступний у PDF: URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=61781](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=61781) (дата звернення: 31.10.2024).

17 Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання : НПАОП 0.00-1.80-18 : затв. Мінсоцполітики України 19.01.2018. // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0244-18#Text> (дата звернення: 31.10.2024).

18 ДСТУ EN 953:2014. Безпечність машин. Огорожі. Загальні вимоги до проектування і конструювання нерухомих та рухомих огорож ; (EN 953:1997+A1:2009, IDT). Чинний від 2016–01–01. URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=89715](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=89715) (дата звернення: 31.10.2024).

19 ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. Чинний від 2017–04–01. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/ettp/wp-content/uploads/sites/25/dstu-b-v.2.5-82-2016-elektrobezpeka-v-budivljah-i-sporudah.pdf> (дата звернення: 31.10.2024).

20 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів : НПАОП 40.1-1.21-98 : затв. Держнаглядохоронпраці 09.01.1998. // База даних

«Законодавство України» / Верховна Рада України URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0093-98#Text> (дата звернення: 31.10.2024).

21 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень : ДСН 3.3.6.042-99 : затв. МОЗ України 01.12.1999 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text> (дата звернення: 31.10.2024).

22 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку : ДСН 3.3.6.037-99 : затв. МОЗ України 01.12.1999 // База даних «Нормативно-директивні документи МОЗ України». URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1789> (дата звернення: 31.10.2024).

23 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації : ДСН 3.3.6.039-99 : затв. МОЗ України 01.12.1999 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99#Text> (дата звернення: 31.10.2024).

24 Природне і штучне освітлення : ДБН В.2.5-28-2018 : затв. Мінрегіонбудом України 03.10.2018. URL: [https://ledeffect.com.ua/images/\\_branding/dbn2018.pdf](https://ledeffect.com.ua/images/_branding/dbn2018.pdf) (дата звернення: 31.10.2024).

25 ДСТУ EN 1837:2009. Безпечність машин. Вмонтоване освітлення ; (EN 1837:1999+A1:2009 IDT). На заміну ДСТУ ГОСТ EN 1837:2003 : чинний від 2012-01-01. URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=68874](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=68874) (дата звернення: 31.10.2024).

26 ДСТУ EN 15011:2022. Крани вантажопідіймальні. Мостові та козлові крани (EN 15011:2020, IDT) ; чинний від 2022-09-20. URL: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=99169](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=99169) (дата звернення: 31.10.2024).

27 ДСТУ prEN 12937-2002. Безпечність машин. Технічні правила та вимоги до підіймально-транспортних засобів. Чинний від 2003-07-01. URL:

[http://ksv.do.am/GOST/DSTY\\_ALL/DSTY3/dsty\\_pren\\_12937-2002.pdf](http://ksv.do.am/GOST/DSTY_ALL/DSTY3/dsty_pren_12937-2002.pdf) (дата звернення: 31.10.2024).

28 Порядок проведення медичних оглядів працівників певних категорій : затв. МОЗ України 21.05.2007 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0846-07#Text> (дата звернення: 31.10.2024).

29 Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці : НПАОП 0.00-4.12-05 : затв. Держнаглядохоронпраці 26.01.2005 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0231-05#Text> (дата звернення: 31.10.2024).

30 Мінімальні вимоги безпеки і охорони здоров'я при використанні працівниками засобів індивідуального захисту на робочому місці : НПАОП 0.00-7.17-18 : затв. Мінсоцполітики України 29.11.2018 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1494-18#Text> (дата звернення: 02.11.2024).

31 Гігієнічні регламенти хімічних речовин у повітрі робочої зони : затв. МОЗ України 04.07.2020 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0741-20#Text> (дата звернення: 31.10.2024).

32 Національний класифікатор України. Класифікатор надзвичайних ситуацій : ДК 019:2010 : чинний від 2011-01-01 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va457609-10#Text> (дата звернення: 01.11.2024).

33 Класифікаційні ознаки надзвичайних ситуацій : затв. МВС України 06.08.2018 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0969-18#Text> (дата звернення: 01.11.2024).

34 ДСТУ 4500-3:2008. Вантажі небезпечні. Класифікація. На заміну ГОСТ 19433-88 : чинний від 2010-04-01. URL: <http://cycap.com.ua/dstu-4500-32008-2/> (дата звернення: 01.11.2024).

35 Правила перевезення небезпечних вантажів : затв. Мінтрансв'язку України 25.11.2008 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0180-09#n19> (дата звернення: 01.11.2024).

36 Інженерний захист територій, будівель і споруд від зсувів та обвалів. Основні положення : ДБН В.1.1-46:2017 : затв. Мінрегіонбудом України 25.04.2017. URL: [https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn\\_v\\_1\\_1\\_46/1-1-0-1779](https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/dbn_v_1_1_46/1-1-0-1779) (дата звернення: 01.11.2024).

37 ДСТУ Б В.1.1-36:2016. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпекою. На заміну НАПБ Б.03.002-2007 : чинний від 2017.01.01. URL: [https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu\\_b\\_v\\_1\\_1\\_36/5-1-0-1759](https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_36/5-1-0-1759) (дата звернення: 26.11.2023).

38 Правила експлуатації та типові норми належності вогнегасників: НАПБ Б.03.001-2018 : на заміну НАПБ Б.03.001-2004 : затв. МВС України 05.01.2018. // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0225-18#Text> (дата звернення: 26.11.2023).

39 ДСТУ 3734-98. Вогнегасники пересувні. Загальні технічні вимоги (ГОСТ 30612-99). Чинний від 2000-07-01. URL: [https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/pdf/pozhezhna\\_tekhnika\\_vognegasniki-3-50836.pdf](https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/pdf/pozhezhna_tekhnika_vognegasniki-3-50836.pdf) (дата звернення: 01.11.2024).

40 ДСТУ 3675-98. Пожежна техніка. Вогнегасники переносні. Загальні технічні вимоги та методи випробувань. Зі Зміною № 1 (ІПС № 8-2004). Чинний від 1999-01-01. URL: [https://dnaop.com/html/41026/doc-%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3\\_3675-98](https://dnaop.com/html/41026/doc-%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3_3675-98) (дата звернення: 01.11.2024).

41 ДСТУ CEN/TS 54-14:2021. Системи пожежної сигналізації та оповіщення. Частина 14. Настанови щодо побудови, проектування, монтування, пусконаладжування, введення в експлуатацію, експлуатування та технічного обслуговування (CEN/TS 54-14:2018, IDT). Чинний від 2021-07-01.

<https://www.scribd.com/document/712847834/1->

[%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3-CEN-TS-54-14-Supernew](#) (дата звернення: 01.11.2024).

42 Михайлюк В. О., Халмурадов Б. Д. Цивільна безпека : навч. посіб. для студентів вищ. навч. закл. Київ : Центр учбової літератури, 2008. 158 с. Також доступний у PDF: URL: [https://dut.edu.ua/uploads/1\\_1672\\_87262937.pdf](https://dut.edu.ua/uploads/1_1672_87262937.pdf) (дата звернення: 26.11.2023).

43 Економіка підприємництва: підручник / за ред. д.е.н., проф. Л.В. Фролової. Одеса: Бондаренко М.О., 2020. 708 с.

44 Клочан В. П., Вишневська О. М., Костаневич Н. І. Організація і методика економічного аналізу : навч. посіб. / Миколаїв. держ. аграр. ун-т. - Миколаїв : [Вид. центр Миколаїв. держ. аграр. ун-ту], 2010. 194 с.

45 Економіка підприємництва: підручник / за ред. д.е.н., проф. Л.В. Фролової. Одеса: Бондаренко М.О., 2020. 708 с.