

УДК 621.86

ОПТИМАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ ВІЗКА З ГАСІННЯМ КОЛИВАНЬ ВПРОДОВЖ РОЗГОНУ

В. С. ЛОВЕЙКІН, д.т.н., проф.
Ю. О. РОМАСЕВИЧ, д.т.н., проф.;

Національний університет біоресурсів і природокористування України

В. В. СТРИЖАК, PhD,

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»*

*E-mail: lovvs@ukr.net, romasevichyuriy@ukr.net,
stryzhak.vsevolod@gmail.com*

Керування механізмами пересування кранів і кранових візків з підвішеним вантажем розглядається впродовж кількох десятиліть, в результаті чого накопичено величезний досвід і рішення в різних постановках задачі. Розвиток методів оптимізації та мікропроцесорної техніки, яка дозволяє реалізувати теоретичні рішення призводить до появи нових постановок цієї задачі і нових можливостей впровадження на реальних кранах. Велика кількість розв'язків задачі оптимального керування направлена в основному на забезпечення мінімізації витрат енергії, динамічних зусиль або комплексного або комплексного критерію. Питання швидкодії при цьому залишається висвітленим недостатньо і потребує подальшого вивчення.

Протиріччя, яке виникає при вирішенні завдання оптимальної швидкодії полягає в тому, що для його забезпечення необхідно рухатись з максимальною швидкістю і прискоренням на всьому шляху, але в той же час внаслідок гнучкого підвісу за такого керування неможливо привести систему в заданий кінцевий стан, коли різниця швидкостей і координат візка і вантажу дорівнюватимуть нулю. Тому завдання може зводитись до того, що в деякі

моменти часу необхідно виконувати перемикання з розгону на гальмування і навпаки, при цьому умова максимальної швидкості і прискорення зберігається. Розглянемо задачу, коли забезпечити заспокоєння коливань вантажу необхідно здійснити впродовж розгону.

Для розв'язку задачі скористаємось традиційною найпростішою моделлю системи «візок-вантаж», яка зображена на рисунку 1.

Рух системи описується системою диференціальних рівнянь:

$$\begin{cases} m_1 \ddot{x}_1 + \frac{m_2 g}{l} (x_1 - x_2) = F - W \cdot \text{sign}(\dot{x}_1); \\ m_2 \ddot{x}_2 - \frac{m_2 g}{l} (x_1 - x_2) = 0. \end{cases} \quad (1)$$

Гасіння коливань впродовж перехідного режиму необхідно здійснювати з огляду на період коливань. Тому запишемо функцію керуючого впливу як кусково-сталу з урахуванням параметру:

$$F_0 = \sin\left(3\pi \frac{t}{T}\right) + A_0 \quad (2)$$

де: T – період коливань;

A_0 – стала, що дає змогу врахувати початкове взаємне положення візка і вантажу при умові, коли візок розпочинає розгін зі швидкості, яка відрізняється від нуля.

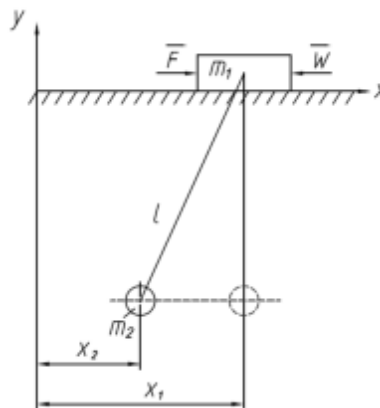


Рисунок 1. Схема до динамічної моделі системи «візок-вантаж»

m_1 – маса візка; m_2 – маса вантажу; x_1 та x_2 – узагальнені координати візка і вантажу відповідно; g – прискорення вільного падіння; L – довжина підвісу; F – рушійне зусилля; W – статичний опір пересування

Результат чисельного моделювання і приклад розв'язку задачі оптимальної зображено на рисунку 2.

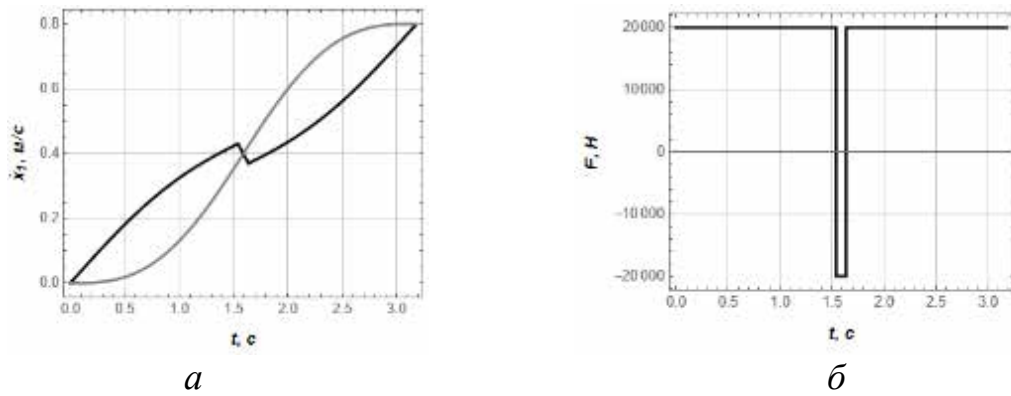


Рисунок 2. Розв'язок задачі оптимальної швидкодії при умові гасіння коливань впродовж розгону
a – зміна швидкості візка (чорна крива) і вантажу (сіра крива) в часі;
б - зміна в часі керуючого зусилля

Вирішення задачі оптимальної швидкодії показує, що для досягнення заданого положення системи необхідно застосовувати кусочно сталий закон керування. При цьому запропонований підхід оптимізації точок перемикання забезпечує врахування початкової швидкості і стану системи.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ МЕХАНІКИ ТА АВТОМАТИКИ АПВ НААН
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



***ЗБІРНИК
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ***

***XII Міжнародної науково-технічної конференції з нагоди
118-ї річниці від дня народження
доктора технічних наук, професора,
віцепрезидента УАСГН
КРАМАРОВА
Володимира Савовича
(1906-1987)***

«КРАМАРОВСЬКІ ЧИТАННЯ»

***20-21 лютого 2025 року
м. Київ***

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
NATIONAL UNIVERSITY OF LIFE AND ENVIRONMENTAL
SCIENCES OF UKRAINE
INSTITUTE OF MECHANICS AND AUTOMATICS OF
AGROINDUSTRIAL PRODUCTION OF THE NATIONAL
ACADEMY OF AGRARIAN SCIENCES OF UKRAINE
STATE BIOTECHNOLOGICAL UNIVERSITY



PROCEEDINGS

*XII International Scientific and Technical Conference dedicated
to the 118th anniversary of the birth of
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Vice President of the UAAS
KRAMAROV
Volodymyr Savovych
(1906-1987)*

«KRAMAROV'S READINGS»

*February 20-21, 2025
Kyiv*

УДК 631.17+62-52-631.3

Збірник тез доповідей XII Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання» з нагоди 118-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, віцепрезидента УАСГН Крамарова Володимира Савовича (1906-1987) 20-21 лют. 2025 р., м. Київ / МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. К.: Видавничий центр НУБіП України, 2025. 662 с.

Proceeding of the XII International Scientific and Technical Conference dedicated to the 118th anniversary of the birth of Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice President of the UAAS Kramarov Volodymyr Savovych (1906–1987), February 20–21, 2025, Kyiv / MES of Ukraine, National University of Life And Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv: Publishing center of NULES of Ukraine, 2025. 662 p.

В збірнику представлені тези доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників, аспірантів та студентів НУБіП України, провідних вітчизняних і закордонних вищих навчальних закладів та наукових установ, в яких розглядаються завершені етапи розробок.

The Proceedings presents abstracts of reports of scientific and pedagogical workers, research staff, graduate students and students of the NULES of Ukraine, leading domestic and foreign higher educational institutions and scientific institutions, in which completed stages of development are considered.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ:

- Ткачук В. А.** – ректор НУБіП України, голова організаційного комітету;
Тонха О. Л. – проректор з наукової роботи та інноваційної діяльності НУБіП України, заступник голови організаційного комітету;
Ружило З. В. – декан факультету конструювання та дизайну НУБіП України, заступник голови організаційного комітету;
Мельник В. І. – доцент кафедри надійності техніки НУБіП України, секретар організаційного комітету;
- Члени організаційного комітету:**
- Автухов А. К.** – завідувач кафедри сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні імені О. І. Сідашенка ДБУ;
Адамчук В. В. – директор «ІМА АПВ НААН», академік НААН;
Альмейда А. – професор Політехнічного університету Браганси (Португальська Республіка);
Аулін В. В. – професор кафедри експлуатації та ремонту машин ЦНТУ;
Арак М. – директор Тартуського технічного коледжу м. Тарту (Естонська Республіка);
Банний О. О. – заступник декана факультету конструювання та дизайну НУБіП України;
Бєлоєв Х. – радник ректора Університету «Ангел Кънчев» в м. Русе, академік Болгарської АН (Республіка Болгарія);
Борак К. В. – заступник директора ЖАТФК;
Братішко В. В. – декан МТФ НУБіП України;
Будяй О. В. – директор ТОВ «Манн+Хуммель Фільтрейшн Текнолоджі Україна»;
Булгаков В. М. – завідувач кафедри механіки НУБіП України, академік НААН;
Василенко М. О. – завідувач відділу «ІМА АПВ НААН»;
Васильковський О. М. – завідувач кафедри сільсько-господарського машинобудування ЦНТУ;
Войтюк Д. Г. – професор кафедри сільськогосподарських машин та системотехніки ім. акад. П.М. Василенка НУБіП України, член-кореспондент НААН;
Герук С. М. – завідувач кафедри агроінженерії ЖАТФК;
Джеонг Ілля – Голова представництва в Україні «HYUNDAI XITESOLUTION» (Республіка Корея);
Домейка Р. – декан відділення Агроінженірингу, Університету Вітаутаса Великого (Литовська Республіка);
Захарчук О. В. – завідувач відділу ННЦ «ІАЕ», член-кореспондент НААН;
Іванишин В. В. – ректор ЗВО «Подільський ДУ», академік НААН;
Ковалишин С. Й. – декан факультету механіки, енергетики та інформаційних технологій ЛНУП;
Коренко М. – професор Інституту проєктування та інженерних технологій Словацького аграрного університету в м. Нітра (Словацька Республіка);

- Кувачов В. П.** – декан МТФ ТДАТУ імені Дмитра Моторного;
- Кульгавий В. Ф.** – генеральний директор ВГО «Українська асоціація аграрних інженерів»;
- Кюрчев С. В.** – ректор ТДАТУ імені Дмитра Моторного;
- Литовченко О. В.** – директор ВСП «Ніжинський ФК НУБіП України»;
- Ловейкін В. С.** – завідувач кафедри конструювання машин і обладнання НУБіП України;
- Лопатько К. Г.** – завідувач кафедри технології конструкційних матеріалів і матеріалознавства НУБіП України;
- Лукач В. С.** – директор ВП «Ніжинський агротехнічний інститут» НУБіП України;
- Мельник В. І.** – провідний науковий співробітник відділу науково-технічної інформації НДЧ НУБіП України;
- Мельник В. І.** – професор кафедри оптимізації технологічних систем в рослинництві ДБУ;
- Надикто В. Т.** – професор ТДАТУ імені Дмитра Моторного, член-кореспондент НААН;
- Науменко О. А.** – професор кафедри сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні імені О. І. Сідашенка ДБУ;
- Новак Я.** – професор Університету природничих наук у Любліні (Республіка Польща);
- Новицький А. В.** – завідувач кафедри надійності техніки НУБіП України;
- Ольт Ю.** – професор Інженерного інституту Естонського університету наук про життя (Естонська Республіка);
- Паскуці С.** – професор Департаменту агроекологічних і територіальних наук (DISAAT) університету Альдо Моро в м. Барі (Італійська Республіка);
- Пилипака С. Ф.** – завідувач кафедри нарисної геометрії, комп'ютерної графіки та дизайну НУБіП України;
- Полянський П. М.** – завідувач кафедри загальнотехнічних дисциплін МНАУ;
- Пона Лукреція** – науковий дослідник Національного інституту досліджень і розробок машин і установок для сільського господарства та харчової промисловості (Румунія);
- Продеус О. В.** – керівник відділу збуту Манн+Хуммель GmbH;
- Роговський І. Л.** – завідувач кафедри технічного сервісу та інженерного менеджменту імені М. П. Момотенка НУБіП України;
- Ромасевич Ю. О.** – заступник декана факультету конструювання та дизайну НУБіП України;
- Ревенко Ю. І.** – доцент кафедри надійності техніки НУБіП України;
- Русінс А.** – директор Улброкського наукового центру Латвійського університету природничих наук і технологій (Латвійська Республіка);
- Саченко В. І.** – Голова Ради Асоціації «Укрмашибуд»;
- Савченко В. М.** – доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу ПНУ;
- Сайчук О. В.** – директор ХДФПК імені В. І. Вернадського;
- Сиволапов О. В.** – директор ТОВ «Індустрія техногруп»;

Тін Ю Чен - голова китайського офісу філії університету в Лінї (Китайська Народна Республіка);

Фіндура П. – проректор Словацького аграрного університету в м. Нітра (Словацька Республіка).

Шарибура А. О. – завідувач кафедри агроінженерії та технічного сервісу ім. О. Семковича ЛНУП;

Яковенко І. А. – завідувач кафедри будівництва НУБіП України.