

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет інженерії та енергетики  
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу

УДК 637.125

Кваліфікаційна робота на правах  
рукопису

**ЗАГОРУЙ Олександр Миколайович**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУЮВАННЯ ТА ВИГОТОВЛЕННЯ  
ДОСЛІДНОГО ЗРАЗКА ЕЛЕКТРОМОБІЛЬНОЇ ПЛАТФОРМИ  
ОСОБЛИВО МАЛОГО КЛАСУ**

208 «Агроінженерія»

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.  
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на  
відповідне джерело

---

(підпис)

(ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи  
д.т.н., проф. Грабар І.Г.

Житомир – 2024

## АНОТАЦІЯ

**Загоруй О. М Дослідження конструювання та виготовлення дослідного зразка електромобільної платформи особливо малого класу – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.**

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістр зі спеціальності 208 – агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2024 р.

У кваліфікаційній роботі проаналізовано відомі конструкції електромобільних платформ особливо малого класу. Встановлено, що одним із напрямків розробки і виготовлення дослідних зразків є побудова платформи на готовову електроприводі.

За результатами досліджень у кваліфікаційній роботі розроблено два дослідних зразка електромобільних платформ.

Виконані дослідження енергетичної ємності акумуляторних батарей. Доведено, що впровадження електромобільних платформ полегшить пересування людей з особливими потребами.

**Ключові слова:** електропривід, акумуляторна батарея, вантажопідйомність, дальність поїздки, полегшення навантаження.

## ANNOTATION

**Zagorui O. M Design and manufacturing research prototype of an electric mobile platform of a particularly small class - Qualification work on the rights of the manuscript.**

Qualification work for obtaining a master's degree in specialty 208 - agricultural engineering. – Polissia National University, Zhytomyr, 2024

In the qualification work, well-known designs of electric mobile platforms of a particularly small class are analyzed. It was established that one of the areas

of development and production of prototypes is the construction of a platform for a ready-made electric drive.

Based on the results of research in the qualification work, two prototypes of electric mobile platforms were developed.

Studies of the energy capacity of storage batteries have been carried out. It has been proven that the introduction of electric mobility platforms will facilitate the movement of people with special needs.

**Key words:** electric drive, battery, carrying capacity, travel distance, lightening of the load.

## Зміст

№	Назва розділу	Стор.
	Вступ	3
1.	Огляд існуючих конструкцій електромобільних платформ особливо малого класу.	5
2	Конструктивні елементи електромобільних платформ особливо малого класу.	9
3	Проблеми виробництва акумуляторних батарей	13
4	Проблеми поширення електромобільних платформ особливо малого класу	14
5	Розроблення пересувних електромобільних платформ особливо малого класу.	18
6	Конструкторський розділ	24
7	Огляд електромобільних платформ особливо малого класу	25
8	Охорона праці	29
9	Екологічна безпека	30
	Висновки	31
	Література	32

## Вступ

**Актуальність теми.** В останні десятиліття величезний прогрес у сфері технологій та екології вибудовує нові шляхи для розвитку техніки, що працює на електроприводі з джерелом живлення від акумуляторної батареї. Однією з ключових технологій, яка має потенціал змінити підхід до мобільності, є електромобільні платформи особливо малого класу.

Переваги електромобільних платформ можуть виявитися економічно вигідними в експлуатації через свою невелику вагу, компактні розміри та низькі витрати на експлуатацію.

Електромобільні платформи особливо малого класу ідеально підходять для виконання завдань по допомозі людям, що мають фізичні обмеження, також їх можна застосовувати для переміщення в межах міського середовища та коротких поїздок по території підприємства, виробничих цехів, вони дадуть змогу перемішати невеликі вантажі для яких потрібно затрачати великі фізичні зусилля людині. Вони можуть бути особливо корисними для вузьких вуличок і парковок, де традиційні техніці важко маневрують. Їхні компактні розміри дозволяють використовувати їх не тільки на вулицях і великих приміщеннях, а також в вузьких коридорах, і проходах між виробничим обладнанням, що дасть можливість покращити загальну мобільність при виконанні робіт. В сільському господарстві електромобільні платформи особливо малого класу можуть зайняти великий сектор таких робіт як переміщення та підймання вантажів, виконання обробки малих земельних ділянок на селекційних центрах, присадибних участках, мобільні освітлювальні, насосні машини.

**Мета і задачі дослідження.** Метою досліджень є побудова дослідного зразка електромобільної платформи особливо молодого класу.

Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити наступні завдання:

- Ознайомитися з подібними конструкціями що вже використовуються.
- Розробити креслення дослідного зразка.
- Встановити ефективність використання дослідних зразків.

**Об’єкт дослідження.** Процес розробки дослідного зразка електромобільної платформи.

**Предмет дослідження.** Характеристики при використанні три та чотириколісних електромобільних платформ.

**Методи дослідження.** Теоретичні дослідження виконано із використанням методів чисельного моделювання із залученням теорії математичного моделювання. При цьому застосовувались методи диференційного та інтегрального числення.

Обробка результатів досліджень виконувались за допомогою теорії ймовірності, кореляційного та регресійного аналізу з використанням програмного продукту Excel.

**Апробація результатів роботи.** Основні положення та результати досліджень кваліфікаційної роботи доповідались і отримали позитивну оцінку на міжнародній конференції та відображені у наступних роботах:

**Структура та обсяг роботи.** Кваліфікаційна робота складається зі вступу, 9 розділів, висновків, списку використаних джерел (11 найменувань). Текст кваліфікаційної роботи виконано українською мовою на 35 сторінках загального обсягу машинописного тексту, проілюстровано 15 рисунками

## **1. Огляд існуючих конструкцій електромобільних платформ особливо малого класу.**

Акумуляторна садова будівельна тачка



Рисунок 1.1 акумуляторна садова будівельна тачка

Акумуляторна садово будівельна тачка-призначена для транспортування вантажів, по будівельних майданчиках, присадибних ділянках, допомагає людині зменшити фізичне навантаження на виконання робіт по переміщенню вантажів.

### Штабелер електричний, акумуляторний



Рисунок 1.2-штабелер електричний, акумуляторний

Штабелер електричний, акумуляторний – призначений для підіймання вантажів та транспортування, використовується на складських площадках. Забезпечує високу маневреність в складських приміщеннях, має



елементарні органи управління, що в свою чергу спрощує навчання та використання даного пристрою.

### Акумуляторний мотоблок



Рисунок 1.3-акумуляторний мотоблок

Акумуляторний мотоблок – призначений для обробітку земельних ділянок малого розміру (в селекційних центрах, теплицях, присадибних ділянках)

## Електричний інвалідний візок



Рисунок 1.4-електричний візок

Електричний візок-призначений для транспортування людей з обмеженими фізичними можливостями. В своєму функціоналі має поворотне крісло, що регулюється по висоті, запас пробігу до 80км в залежності від комплектації. Може мати два або один електродвигун, комплектується різними акумуляторними батареями.

## 2. Конструктивні елементи електромобільних платформ особливо малого класу.

Конструктивними елементами в електромобільних платформах особливо малого класу є живлення, привід, несуча конструкція.

В електромобільних платформах малого класу застосовують живлення від літій-іонних акумуляторних батарей.



Рисунок 2.1-літій-іонна батарея

Ця тенденція пов'язана з тим що літій-іонні акумуляторні батареї мають декілька ключових переваг, які вони пропонують порівняно з іншими типами акумуляторів. Висока енергетична щільність, літій-іонні акумуляторні батареї мають одну з найвищих енергетичних щільностей серед усіх типів акумуляторів, що означає, що вони можуть зберігати більше енергії на одиницю маси або об'єму. Це робить їх ідеальним вибором для пристроїв, які потребують великої енергії, таких як сучасні мобільні телефони, ноутбуки та електромобілі. Малий саморозряд літій-іонні акумуляторні батареї мають низький рівень саморозряду порівняно з

іншими типами акумуляторів, що означає, що вони зберігають свій заряд довше під час зберігання без використання. Невеликі розміри і вага літій-іонні батареї є компактними і легкими, що дозволяє їх використовувати у різних портативних пристроях і зменшує вагу електромобілів, що має важливе значення для збільшення дальності ходу. Швидке зарядження і високий ККД літій-іонні акумуляторні батареї мають високу ефективність зарядження і розрядження, що дозволяє швидше заряджати пристрої і зменшує втрати енергії під час цих процесів. Мале підтримуване відключення можливості або простоти завдяки відсутності ефекту пам'яті і низькому рівню саморозряду, літій-іонні батареї не потребують циклічного розрядження.

Привід в електромобільних платформах малого класу реалізований за допомогою електродвигуна чи двигунів постійного струму, що керуються за допомогою контролера.

Конструктивно електродвигуни можуть бути розташовані безпосередньо в колесі, або приводити колесо через пасову, цепну передачу чи монтуватися на редукторі що приводить платформу в рух.

Електродвигуни, які розташовані безпосередньо в колесі, мають просту конструкцію, можуть встановлюватися на любую платформу. Недоліками є обмежена потужність в порівнянні з іншими конструкціями.

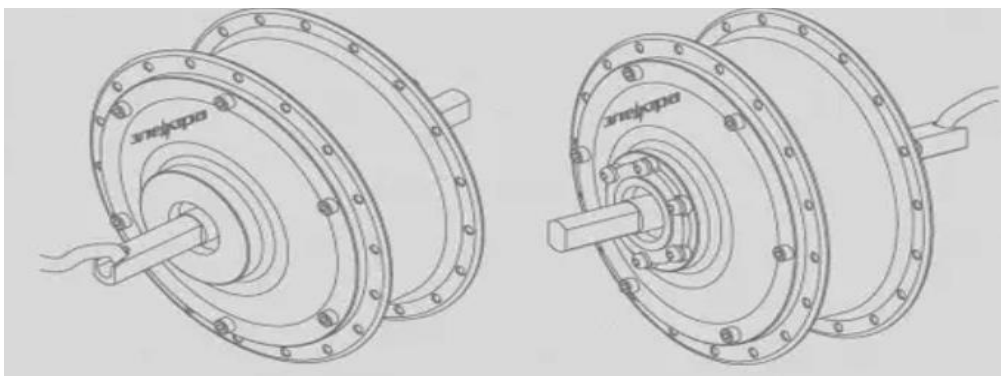


Рисунок 2.2-електродвигун, який встановлюється безпосередньо в колесо

Електродвигуни, що передають крутний момент на колесо за допомогою пасової, цепної передачі чи редуктора мають перевагу в можливості збільшити потужність за допомогою передачі. Недоліком такої конструкції є збільшення елементів в приводі, складніше обслуговування.



Рисунок 2.3-електродвигун з редуктором

Для побудови несучих конструкцій (рами) електромобільних платформ особливо малого класу використовують матеріали які повинні покривати декілька основних параметрів – мати невелику вагу, бути міцними та жорсткими також впливає вартість матеріалі на ціну готової конструкції.

Основні матеріали що використовують в конструкціях рам – це сталь, алюміній, карбонові волокна.

Сталь має переваги над іншими матеріалами в основному за рахунок ціни, високої міцності, ремонтпридатності. Недоліки сталі в її вазі та низькій корозійній стійкості.

Алюміній легкий, стійкий до корозії, має високу міцність при правильних конструкціях, можна виготовляти складні форми, відносно низька вартість. Недоліками є менша стійкість до ударів і зносу в порівнянні з іншими матеріалами.

Карбонові волокна мають високу міцність і жорсткість, легкі, при виготовленні конструкцій можна контролювати напрямок і товщину шарування для оптимальних властивостей. Недоліком є висока вартість, складність ремонту при пошкодженні, можлива втрата міцності при пошкодженні.

При розробці конструкції платформ потрібно враховувати міцність, легкість, потужність, вартість. Тому що побудований зразок може мати своє продовження в серійному виробництві тільки за рахунок його попиту кінцевого споживача, зважаючи на ринок який має велику масу запропонованих подібних моделей потрібно балансувати на собівартості платформи. При поширенні електромобільних платформ в заданих регіонах, необхідно враховувати затребуваність тих чи інших характеристик в користувачів.

### **3. Проблеми виробництва акумуляторних батарей**

Процес виробництва літій-іонних акумуляторних батарей стикається з рядом серйозних технічних, економічних та екологічних проблем, які необхідно вирішувати для подальшого розвитку даного напрямку.

Виробництво літій-іонних акумуляторних батарей є складним технологічним процесом, який вимагає високоточних устаткувань і спеціалізованої кваліфікованої працівничої сили. Проблеми з якістю продукції, стабільністю та безпекою є актуальними завданнями для виробників літій-іонні акумуляторні батарей. Однією з основних проблем є залежність від рідкісних матеріалів, таких як літій, кобальт і нікель. Збільшення попиту на ці матеріали призводить до проблем у сировинному забезпеченні та підвищення їхньої вартості.

Процеси виробництва літій-іонних акумуляторних батарей потребують значних енергетичних витрат. Виробництво енергоефективних акумуляторів є важливою метою для зменшення від'ємного впливу на навколишнє середовище, але наразі це залишається великим викликом.

Безпека під час виробництва літій-іонних акумуляторних батарей важлива через потенційну небезпеку від хімічних речовин, які використовуються у батареях. Відповідальне управління відходами та відновленням також є критичним аспектом для забезпечення сталого виробництва літій-іонних акумуляторних батарей.

Для зниження вартості потрібно розвивати нові технології виробництва акумуляторів і залучати економічні стимули для виробників.

На даний момент технології виробництва акумуляторів не досягли свого потенціалу в повній мірі. Проблеми з енергетичною щільністю, термінами служби, швидкістю заряджання і безпекою залишаються актуальними завданнями для наукових досліджень і інженерних вирішень.

#### **4. Проблеми поширення електромобільних платформ особливо малого класу**

Також на розвиток електромобільних платформ впливає поширення, як для підприємств різної форми власності так і для людей. Тут потрібно враховувати різні погляди для використання мобільних платформ і потреби.

Розглянемо проблеми поширення електромобільних платформ особливо малого класу в сільському господарстві. Використання електромобільних платформ в сільському господарстві потенційно може значно покращити ефективність виробництва, зменшити екологічний відбиток та сприяти сталому розвитку сільських районів. Однак впровадження таких технологій зустрічається зі своїми власними викликами і перешкодами. Однією з ключових проблем є відсутність необхідної інфраструктури для заряджання електромобільних платформ в полях, лісах, де можливість підведення електропостачання не має економічних чи фізичних можливостей. Це ускладнює практичне використання електромобільних платформ без вирішення питання інфраструктури. Електромобільні платформи потребують продуманої системи управління енергетичними ресурсами та високоякісного програмного забезпечення для ефективного використання в сільському господарстві. Відсутність стандартизації та інтеграції з існуючими агротехнологіями може ускладнювати їх впровадження та використання фермерами. Вартість електромобільних платформ і витрати на їх обслуговування можуть бути значними. Фермерські господарства часто мають обмежений бюджет, що ускладнює фінансування і впровадження нових технологій, які вимагають значних вкладень.



Поширення електромобільних платформ особливо малого класу для населення покриває потребу в зменшенні фізичного навантаження і допомозі при виконанні побутових потреб таких як обробіток присадибних ділянок, переміщенні вантажів, також полегшення життя людей з обмеженими фізичними можливостями, забезпечуючи їм мобільність і незалежність. Однак процес їх поширення та використання стикається з рядом серйозних проблем, які вимагають уваги та розв'язання.

Однією з основних перешкод є висока вартість електромобільних платформ. Багато людей з обмеженими можливостями стикаються з фінансовими труднощами, щоб придбати мобільну платформу, оскільки ці пристрої можуть бути дуже дорогими.

Існує проблема з доступністю до постачальників, тому що на даний час є проблема в суспільстві з комп'ютерною грамотністю. Крім того, існує нестача інфраструктури, такої як пандуси та ліфти, які забезпечують доступність для користувачів електромобільних платформ у громадських місцях.

Електромобільні платформи потребують регулярного обслуговування і можуть вимагати ремонту час від часу. Недостатня кваліфікація технічних спеціалістів або відсутність доступних сервісних центрів можуть ускладнювати обслуговування електромобільних платформ.

Виходячи з викладених проблем можна зробити висновок, що будівництво та поширення електромобільних платформ особливо малого класу, як для підприємств так і для населення, має безліч пунктів, що в деяких питаннях рішення може задовольнити два напрямки, але є питання що потребують індивідуальних рішень. Основне питання в електромобільних платформах для сільського господарства це її автономність і енергетична незалежність.

Можливість зарядження в місцях віддалених від електромереж дає поштовх паралельно з розробкою електромобільних платформ займатися альтернативними джерелами електроенергії це є вітрова, сонячна, гідро електростанції.

Застосовуючи в розробці платформ універсальність і модульність дасть можливість легко адаптуватися до різних потреб сільськогосподарської діяльності.

Збільшення зацікавленості в використанні електро мобільних платформ дає ефективність використання і в цьому питанні потрібно інтегрувати штучний інтелект в роботу електромобільних платформ, це дасть можливість оптимізувати процеси управління, збору даних та прийняття рішень, що посприє підвищенню продуктивності і сталості сільськогосподарської діяльності.

Інтеграція штучного інтелекту надасть можливість оптимізувати використання електро мобільних платформ особливо малого класу. Штучний інтелект використовується для розробки алгоритмів, що оптимізують маршрути руху електро мобільних платформ. За допомогою аналізу великих обсягів даних (Big Data), системи можуть автоматично коригувати маршрути в залежності від умов роботи, що дозволяє ефективно використовувати ресурси і зменшувати витрати палива. Штучний інтелект допомагає в прогнозуванні потреб у ресурсах, таких як добрива, вода і зрошування. Системи зі штучним інтелектом можуть аналізувати дані про ґрунт, кліматичні умови та ріст рослин для точного дозування необхідних ресурсів і мінімізації втрат. Електромобільні платформи з штучним інтелектом можуть автоматично реагувати на зміни в умовах роботи. Наприклад, системи можуть адаптувати швидкість руху або виконувати автоматичні корекції в реальному часі, щоб максимізувати продуктивність і знижувати витрати енергії. Штучний інтелект допомагає у великому обсязі аналізувати дані про роботу поля, збирати статистику

про врожайність і ефективність роботи платформ. На основі цих даних вчиняються раціональні рішення щодо планування виробництва, використання ресурсів та оптимізації процесів.

Інтеграція штучного інтелекту в електромобільні платформи в сільському господарстві представляє собою перспективний напрямок для підвищення продуктивності, зменшення впливу на навколишнє середовище і зниження витрат. Однак для успішної реалізації цих технологій потрібна висока кваліфікація спеціалістів, інвестиції у наукові дослідження та створення необхідної інфраструктури.

Проблема поширення і розробки електромобільних платформ особливо молодого класу для людей що мають фізичні обмеження стає все більш актуальною в сучасному світі, де доступність до мобільності є важливим аспектом соціальної інтеграції та якості життя. Вирішення проблеми в основному пов'язані з комфортним використанням електромобільних платформ, ресурсом комплектуючих елементів та ціною тому при розробці електромобільних платформ потрібно використовувати передові технології, такі як легкі матеріали (наприклад, карбонові волокна), ефективні електродвигуни, акумулятори з високою ємністю та довгим терміном служби. Технології IoT (Інтернет речей) можуть використовуватися для моніторингу стану та дистанційного діагностування проблем. Створення платформ з урахуванням ергономіки і зручності для користувача. Розробка модульних систем, які можуть легко адаптуватися до різних потреб користувачів, таких як маневреність в обмежених просторах, здатність до пересування по нерівному місцевості або в умовах поганих погодних умов. Використання сучасних систем навігації і GPS для допомоги у плануванні маршрутів і навігації, а також зв'язок з мобільними додатками для керування і моніторингу.

## **5. Розроблення пересувних електромобільних платформ особливо малого класу.**

Після аналізу наявних конструкцій, розробляємо дві пересувні платформи. Перша платформа буде використовуватися для перевезення вантажів, друга як альтернатива мобільного крісла для людей з інвалідністю.

Привідом для платформ буде використаний гіроборд Kawasaki KX-PRO6.5A.



Рисунок 5.1 гіроборд Kawasaki KX-PRO6.5A.

Використання готового рішення з електроприводом дає можливість отримати вирішення питань пов'язаних з обслуговуванням та ремонтом привода. Гіроборд Kawasaki KX-PRO6.5A має достатню ємність акумуляторної батареї для використання платформ в межах міста та вантажопідємність, яка надасть змогу використовувати гіроборд з додатковою конструкцією, що буде змонтована на ньому.

### Характеристики гідроборда Kawasaki KX-PRO6.5

- потужність — 500 Вт (2 x 250 Вт)
- діаметр коліс — 6.5"
- максимальна швидкість — 15 км/год
- максимальна дистанція — 20 км
- вага пристрою — 9.8 кг
- рекомендована вага користувача — 30 - 100 кг
- час повного заряджання — приблизно 3 години

Електропривод гірборд був модифікований під використання на даній платформі, змінені були колеса, збільшені до 310мм, до корпусу були закріплені кронштейни за допомогою, яких гідроборд з'єднується з платформою.



Рисунок 5.3 кріплення гідроборда до платформи

Перша платформа розробляється для полегшення переміщення вантажів



Рисунок 5.2 електромобільна платформа №1

Конструкція побудована з урахування умов використання в невеликих приміщеннях з можливістю рухатись в вузьких коридорах проїжджати через дверні пройми за рахунок ширини платформи 630мм. Ширина платформи виходила з урахування ширини електропривода.

Колеса платформи пневматичні надувні, що дає можливість комфортно рухатися платформою не тільки в приміщеннях з рівним полом, а також пересуватися по тротуарам, доріжкам для велосипедів, проїзній частині доріг загального користування.

Рама платформи виконана з дерева це надало можливість отримати недорогу конструкцію в яку можна вносити зміни доробляючи її. Звичні органи управління такі як кермо, важіль КПП, педаль гальм в даному транспортному засобі відсутні. Для того, щоб розпочати рух, користувач, вмикає електропривід, на гіроборді є кнопка ввімкнення, після ввімкнення користувач стає на гіроборд ногами тримаючись за поручень платформи, і в подальшому русі поручень не потрібно відпускати, натискаючи ступнями ніг на гіроборд вперед то рухаємося платформою вперед, а якщо назад – то рух буде назад. Нажимаючи на гіроборд в різні сторони ми будемо мати можливість маневрувати та зупинятися.

Для превезення вантаж потрібно розмістити на площадці, щоб унеможливити падіння вантажу під час руху платформи в подальшому можна доукомплектувати площадку бортами або петлями кріплення.

Дана електромобільна платформа може мати широкий сектор використання, вона чудово підійде для складів де потрібно формувати замовлення і переміщатися між стійками з продукцією, пересуваючись на платформі працівник зменшує фізичні навантаження, збільшує швидкість переміщення, що в свою чергу зменшить час виконання завдань. Для людей з особливими потребами дану платформу можна використовувати як індивідуальний транспортний засіб, помічник на робочому місці.

Електромобільна платформа №1 має великий потенціал для подальшого модернізування та удосконалення, що на дасть можливість більш ефективного використання.

Електромобільна платформа №2 розробляється, для переміщення людей, триколісна конструкція, рама виготовлена з сталюї профільної труби, керується за допомогою важелів. Ручне управління платформою дає можливість використовувати платформу людям, що не можуть повноцінно ходити і для переміщення потрібно використовувати мобільні засоби.



Рисунок 5.5 електромобільна платформа №2

Електропривід платформи №2 використовується за допомогою модернізованого гідроборда Kawasaki KX-PRO6.5. Гідроборд модернізований подібно до платформи №1. Управління напрямом та швидкістю платформи здійснюється за допомогою ричагів, що закріплені на рамі платформи.





Рисунок 5.6 управління гіробордом на електромобільній платформі №2

## 6. Конструкторський розділ

Для виконання поставлених задач перед електромобільними платформами особливо малого класу потрібно прорахувати роботу яку може виконати дана платформа виходячи з параметрів акумуляторної батареї.

Розрахуємо енергетичну ємність  $E$

$$E=U*C$$

де  $U$  — напруга акумуляторної батареї в вольтах (В),

$C$  – ємність акумуляторної батареї (А\*год)

Враховуючи те що приводом для платформ служить гіроборд Kawasaki KX-PRO6.5A то виходячи з його характеристик маємо такі параметри для акумуляторної батареї:

$U$  — напруга батареї (36 В),

$C$  — ємність батареї в ампер-годинах (А·год). 4400 мА·год = 4,4 А·год.

Підставляємо значення в формулу:

$$E = 36 \text{ В} \times 4,4 \text{ А} \cdot \text{год} = 158,4 \text{ Вт} \cdot \text{год}$$

Отже, енергетична ємність цієї батареї становить 158,4 Вт·год.

Це означає, що батарея може забезпечити 158,4 Вт енергії протягом 1 години.

Щоб перевести 158,4 Вт·год в мегаджоулі (МДж), скористаємося формулою:

$$\text{МДж} = E \times 0,0036$$

Підставимо значення:

$$\text{МДж} = 158,4 \times 0,0036 = 0,57024 \text{ МДж}$$

Отже, 158,4 Вт·год дорівнює 0,57 МДж.

Розрахунок енергетичної ємності акумуляторної батареї надає змогу оптимально вибрати акумулятор для конкретних завдань та планувати режими роботи пристроїв, Показники енергетичної ємності пропорційні часу роботи, чим вищий показник тим довший час автономної роботи, що є критично для техніки, яка працює в умовах віддалено від зарядних станцій.

## 7. Огляд електромобільних платформ особливо малого класу

Електромобільна платформа №1 призначена для самостійного пересування та перевезення вантажів в приміщенні і на вулиці людьми з обмеженими фізичними можливостями. Вона приводиться в рух електроприводом, що реалізований за допомогою гіроборда. Платформа може бути доповнена поворотними механізмами коліс, стоянковим гальмом, освітлювальними елементами і іншими корисними або необхідними функціями для використання платформи з різними функціональними завданнями.

Користувач рухається на платформі стоячи на гіроборді і тримається за поручень. Керування швидкістю і напрямком здійснюється за допомогою ніг.

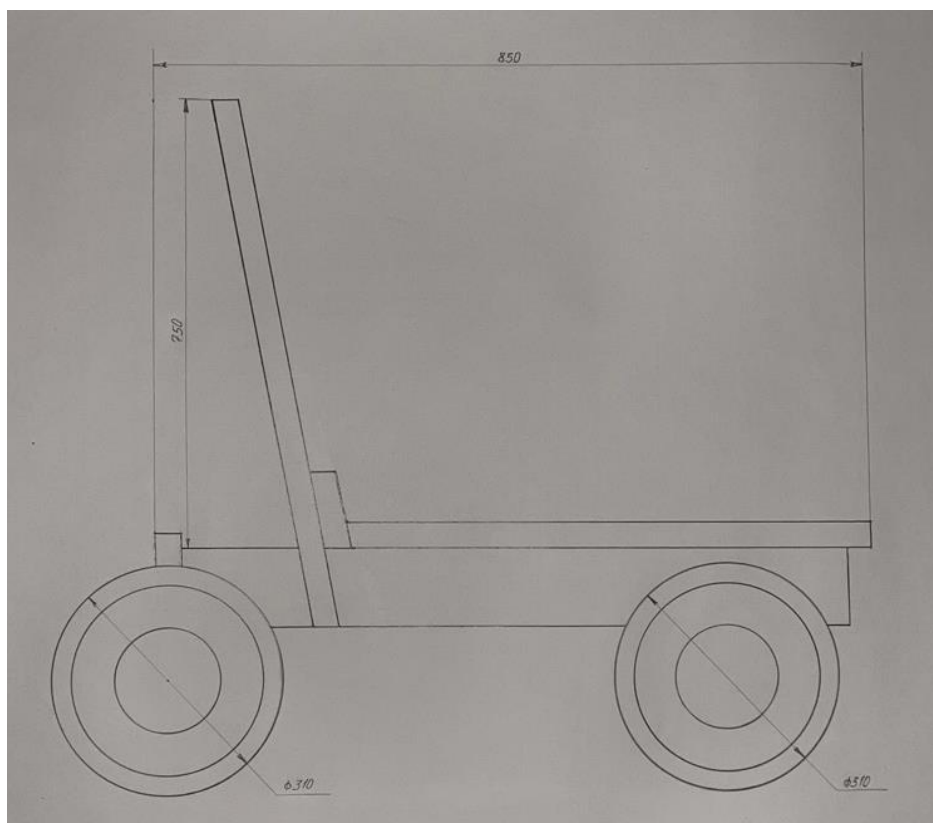


Рис7.1 розміри платформи №1

Навантаження платформи здійснюється шляхом розміщення вантажу на платформі, при русі по нерівній поверхні вантаж потрібно закріпити. Найкраще використання платформи на рівній та твердій поверхні.

Електромобільна платформа №2 сконструйована для перевезення користувача. Привід реалізований подібно до платформи №1, а управління виконується за допомогою рук через ричаги що з'єднанні з гіробордом. Користувач рухається на платформі сидячи не задіює ноги

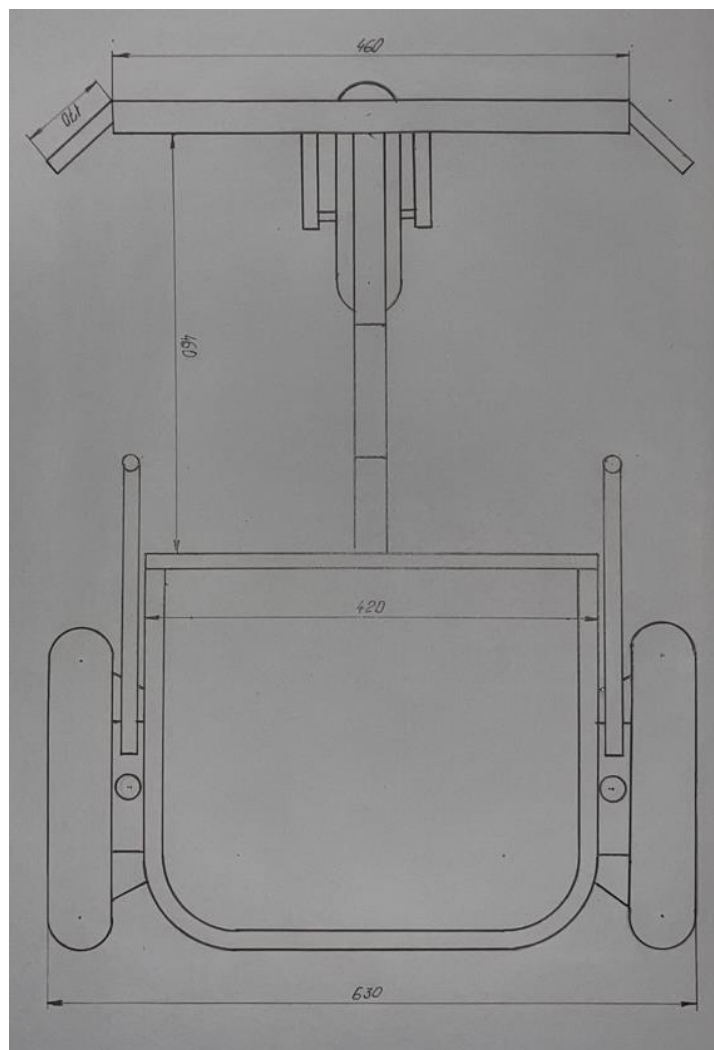


Рис 7.2 розміри платформи №2

Триколісна конструкція з переднім вільним поворотним колесом надає мінімальний радіус повороту чудову маневреність і прохідність. Обидві платформи використовують електропривід на базі гіроборда Kawasaki KX-PRO6.5A, що живиться від внутрішньої акумуляторної батареї.

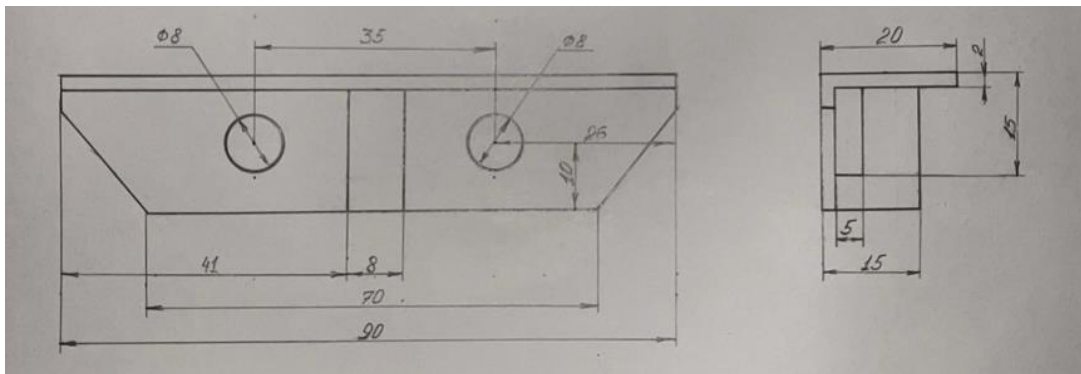


Рис 7.3 кронштейн кріплення платформи до гіроборда

Враховуючи технічні характеристики гіроборда дальність поїздки платформ буде досягати не більше 20км в залежності від навантаження, швидкості пересування та географії місцевості. Зарядження платформи здійснюється від звичайної розетки 220В, слід ретельно стежити за зарядом батареї. Висота перешкод, що можуть подолати платформи №1, 2 варіюється від 10мм до 50мм. Швидкість пересування до 15 км/год, але при цьому важливо пам'ятати, що гальмування здійснюється за допомогою гіроборда тому слід обережно рухатися.

На даний час присутні на ринку подібні моделі електромобільних платформ особливо малого класу, вони також побудовані для полегшення виконання важких фізичних навантажень, перевезення людей. Основні відмінності в платформах це максимальна вага навантаження, дальність поїздки на одному заряді акумуляторної батареї і висота перешкод які можна подолати. Збільшуючи можливості електромобільної платформи ми підвищуємо її вартість, тому на ринку присутні десятки різних платформ з ціновою політикою від 2 – 3 тис грн. до сотень тисяч грн., тому при конструюванні платформ №1, 2 враховувалась економічна доцільність, яка буде поєднуватися з практичним використанням. Не завжди користувачу потрібно використовувати засоби які за одну зарядку можуть проїхати 100км, часто поїздки в межах міста можуть бути 5-10км на роботу, з роботи в магазин

## 8. Охорона праці

Небезпечними факторами під час експлуатації електромобільних платформ особливо малого класу є:

- Механічні ушкодження
- Враження електричним струмом
- Опіки

Електромобільні платформи виконуючи роботу рухаються, мають елементи, які обертаються, підіймають і опускають вантаж, тому можливі механічні травми такі як садни, подряпини, вивихи, переломи кісток. Рухаючись по дорогам загального користування, а також по тротуарам та спеціалізованих доріжках, можливі ДТП з участю пішоходів, велосепедистів, автомобілів. Використання електромобільних платформ не обмежене по порі року тому потрібно враховувати можливість переохолодження, обмороження. Дія фактора зниженої температури органів управління може служити причиною судинних захворювань, особливо пальців рук. Для того щоб знизити негативний вплив цих факторів, необхідно оснащувати оператора засобами захисту наприклад шоломом, наколінниками, одягатися по сезону, укомплектувати платформу світлотехнікою, дотримуватися правил дорожнього руху.

Безпечною для людини вважається напруга 42 В, в акумуляторній батареї мобільних платформ застосовується батарея 36 В, але для заряджання її потрібно під'єднувати зарядний пристрій до мережі 220В. Враження електричним струмом може призвести до електричного удару, електричних травм і навіть смерті.

Для запобігання електричних травм потрібно використовувати шнури з заземленням, електричні прилади повинні відповідати потужності для якої вони застосовуються, пошкоджені прилади заборонено використовувати.

## **9. Екологічна безпека**

В даному розділі необхідно врахувати негативний вплив на екологічні фактори, супутні при виробництві електромобільних платформ.

Запропоновані платформи виготовляються в основному зі сталі, також присутні такі матеріали як пластик, резина, кольорові метали, для електроживлення використовується літій-іоний акумулятор.

В процесі експлуатації електромобільні платформи не мають шкідливих викидів в навколишнє середовище, а після закінчення свого строку експлуатації потрібно утилізувати платформу.

Процес утилізації заключається в сортуванні матеріалів та подальшій переробці на спеціалізованих підприємствах.

## **Висновки**

Виконуючи дану кваліфікаційну роботу було розглянуто проблеми розробки, будівництва та поширення електромобільних платформ особливо малого класу в сільському господарстві та для людей з особливими потребами.

Провівши пошук конструкцій і проаналізувавши літературу з питань мобільних засобів, що працюють на електроприводі від акумуляторної батареї, я розробив проект двох мобільних платформ, що можуть бути використанні в різних сферах сільського господарства, а також для полегшення виконання деяких робіт людям з особливими потребами.

## Література

1. Müller, J., & Brown, A. (2023). Artificial Intelligence Applications in Agriculture: Opportunities and Challenges. *Agricultural Systems*, 18(2), 89-102.
2. World Economic Forum. (2022). Harnessing Artificial Intelligence for Sustainable Agriculture. Retrieved from <https://www.weforum.org/artificial-intelligence-sustainable-agriculture>
3. Smith, R., & Johnson, M. (2021). Integrating AI into Agricultural Machinery: Case Studies and Future Prospects. *Journal of Agricultural Engineering*, 12(3), 145-158.
4. Smith, J., & Brown, A. (2022). The Role of Electric Platforms in Sustainable Agriculture. *Journal of Agricultural Engineering*, 10(2), 45-56.
5. Greenfield, R., & Johnson, M. (2023). Integrating AI in Agriculture: Opportunities and Challenges. *Agricultural Technology Review*, 15(3), 112-125.
6. World Economic Forum. (2021). The Future of Sustainable Agriculture: Technology, Innovation, and Policy Perspectives. Retrieved from <https://www.weforum.org/agriculture-technology-innovation-policy>
7. Іванов В. А. "Акумуляторні батареї: будова, принцип роботи та застосування". — Київ: Техніка, 2020.
8. Петров П. В. "Електрохімічні джерела струму". — Харків: Основа, 2019.
9. Василенко С. О. "Основи енергетичних систем". — Львів: ЛНТУ, 2021
10. Дяченко М. Ю. "Акумуляторні батареї для електротранспорту". — Дніпро: НТУ, 2020.
11. Мельник О. В. "Енергозбереження та ефективне використання акумуляторних батарей". — Одеса: Енергія, 2018.
12. Перелік посилань:



<https://hecht.ua/elektrichnyy-invalidniy-vizok-hecht-wise-red/>

[https://www.foxtrot.com.ua/uk/shop/kultivatoriy\\_i\\_motobloki\\_ryobi\\_kultivator\\_akumulyatornij\\_ry36cvxa\\_0.htm](https://www.foxtrot.com.ua/uk/shop/kultivatoriy_i_motobloki_ryobi_kultivator_akumulyatornij_ry36cvxa_0.htm)

(<https://alora.com.ua/ua/p2030499545-shtabeler-elektricheskij-pogruzchik.html>)

<https://tools-shop.com.ua/ua/p2089687582-akkumulyatornaya-sadovaya-stroitel'naya.html>)