

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені Ігоря Сікорського»
Механіко-машинобудівний інститут
Кафедра інтегрованих технологій машинобудування

МАГІСТЕРСЬКА ДИСЕРТАЦІЯ

АВТОНОМНА МОДУЛЬНА ПЛАТФОРМА ДЛЯ ОПРИСКУВАННЯ РОСЛИН *(комплексна магістерська дисертація)*

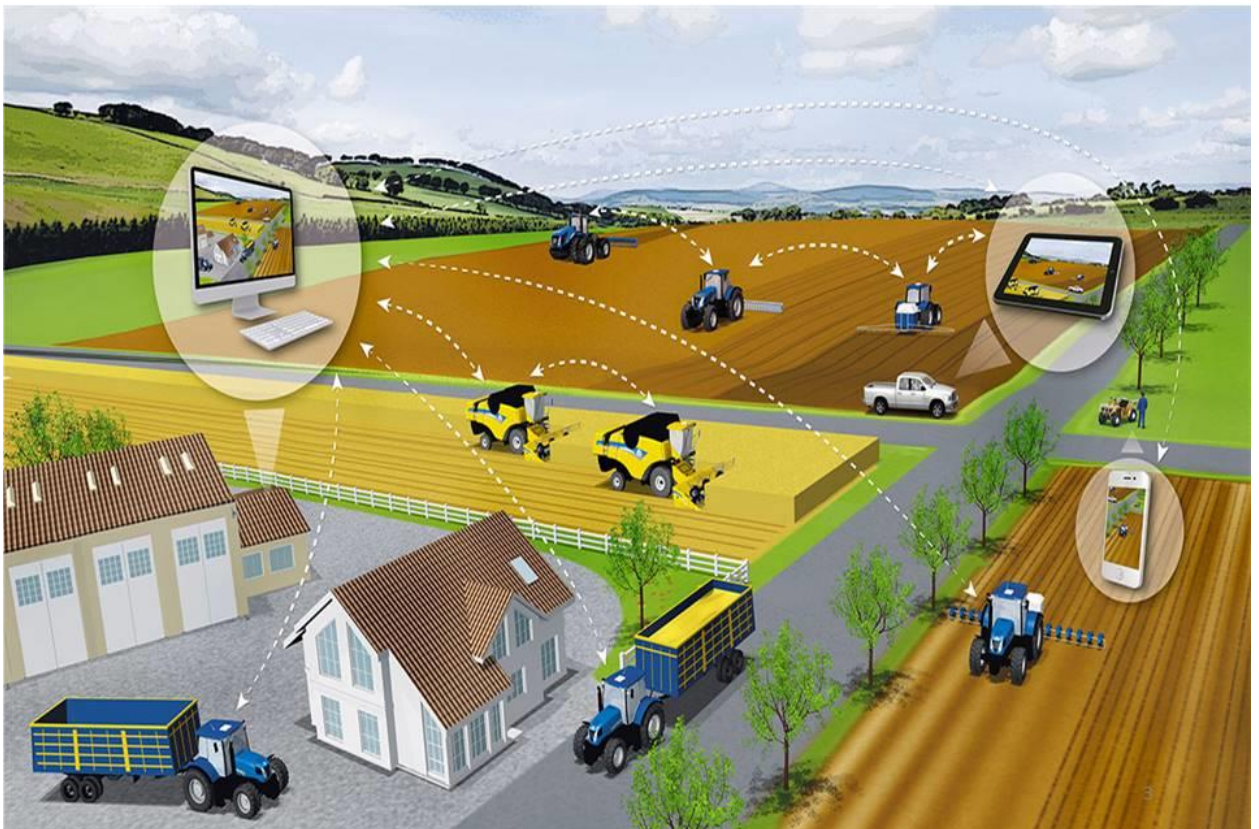
Виконавці:
ст. гр. МІ-62м **Варцаба А. О.**
ст. гр. МІ-62м **Мілаєв Р. Д.**

Наукове керівництво:
д.т.н., проф. **Пасічник В. А.**
к.т.н., доц. **Солодкий В.І.**

Київ, 2018

1

Актуальність



Варцаба А.О.

Мілаєв Р.Д.

Мета

Удосконалення інженерно-технічних характеристик сільськогосподарського робота-трактора для оприскування рослин

Удосконалення інженерно-технічних характеристик модулю силового приводу робота-трактора для оприскування рослин

Задачі

- На основі аналізу ринку й наявних технічних рішень робота-трактора для зрошування у сільському господарстві розробити нове концептуальне рішення.
 - Розробити дизайн екстер'єру та компоновку робота-трактора для зрошування у сільському господарстві та визначити його основні функціональні й технічні характеристики.
 - Створити й дослідити макет прототипу нового робота-трактора для зрошування у сільському господарстві.
 - Підготувати пропозицію стартап-проекту для ринку роботів-тракторів для зрошування у сільському господарстві
- На основі аналізу ринку й наявних технічних рішень робота-трактора для зрошування у сільському господарстві розробити модульний силовий привод.
 - Розробити дизайн, виконати розрахунки й провести моделювання основних технічних параметрів приводного модулю для робота-трактора "FLIBot".
 - Розробити технологію виготовлення макету робота-трактора «FLIBOT» та дослідити його роботу.
 - Підготувати пропозицію стартап-проекту для ринку роботів-тракторів для зрошування у сільському господарстві.

4

Варцаба А.О.

Мілаєв Р.Д.

Об'єкт дослідження

процес пошуку дизайну і технічного рішення перспективного робота-трактора для зрошування у сільському господарстві

процес пошуку дизайну і технічного рішення модулю силового приводу перспективного робота-трактора для зрошування у сільському господарстві

Предмет дослідження

екстер'єр та компоновка перспективного робота-трактора для зрошування у сільському господарстві та його функціональні й технічні характеристики

екстер'єр та компоновка модулю силового приводу перспективного робота-трактора для зрошування у сільському господарстві та його функціональні й технічні характеристики

5

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АВТОНОМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА



СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АВТОНОМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Порівняння основних параметрів автономних роботів

Назва	Габарити Д.хШ.х, мм.	Маса, кг	Тип приводу	Модульність	Змінні інструменти
HortiBot	915x915x920	200-300	Гідро	Так	Так
OZ	1000x400x600	110-150	Електро	Ні	Так
BoniRob	2800x2400x2200	1100	Електро	Ні	Так
AgBot II	2000x3000x1400	~600[6]	Електро	Так	Так
RIPPA та VIPPA	1500x2000x1250	~750	Електро	Ні	Ні
Thorvald II	-	-	Електро	Так	Так

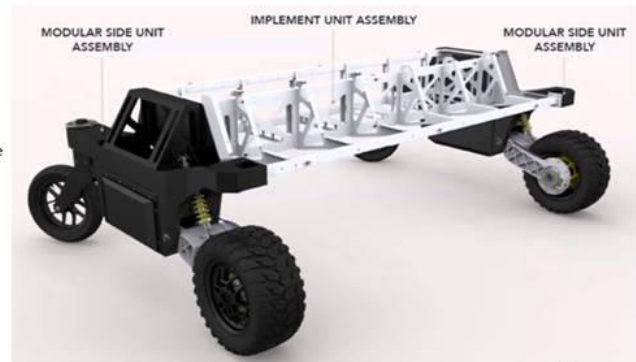
ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЇ СИЛОВИХ ПРИВОДІВ



power supply distribution cabinet pump



tank
camera frame
camera
nozzle arm



8

ПЕРСПЕКТИВИ ПРОЕКТУ, ЯК СТАРТАПУ

Ринок агро-роботів та роботів-тракторів на даний момент ще не повністю сформувався і знаходиться у стадії зростання.

Активно розвивається точне землеробство, елементом якого вони є.

Більшість проектів роботів-тракторів на даний момент залишаються у стані розробки, і жоден із прямих конкурентів ще не вийшов на ринок.

Тому існує можливість вийти на ринок раніше, ніж конкуренти.

Саме тому тема магістерської роботи є
**«АВТОНОМНА МОДУЛЬНА ПЛАТФОРМА
ДЛЯ ОПРИСКУВАННЯ РОСЛИН»**

FLIBot – Farm Land Intellectual Bot

Проект роботизованої інтелектуальної платформи для оприскування в сільському господарстві



Основні технічні характеристики

Споряджена маса	800 кг	Колісна формула	4 x 4
Корисне навантаження	200 кг	Ширина коліс	270 мм
Температура середовища	25 ± 20°С	Потужність (сумарна)	12 кВт
Ширина траверси поливу	6 000 мм	Ємність акумуляторів	16 кВт•год
Положення форсунок	регульоване	Швидкість руху	до 10 км/год
Колісна база	2400 – 2800 мм	Дорожній просвіт	900 мм

Розрахунок силових параметрів робота-трактора «FLIBot»

Так як відома експлуатаційна вага, то тяглове зусилля будемо знаходити, перетворивши формулу:

$$G = \frac{P_{кр}}{\lambda \varphi_c - \zeta} \quad (2.1)$$

де G – експлуатаційна вага, $P_{кр}$ – тяглове зусилля, λ – коефіцієнт навантаження ведучих коліс (для колісних тракторів 4x4 становить 0,9 – 1,0), φ_c – коефіцієнт зчеплення з ґрунтом (табл. 2.1), ζ – коефіцієнт, що враховує внутрішні втрати у ходовій системі (для колісних тракторів приймають 1), f – супротив самопересуванню.

$$P_{кр} = G(\lambda \varphi_c - \zeta)$$

$$P_{кр} = 3922,661(0,9 \cdot 0,7 - 1 \cdot 0,1) = 2079,01(H)$$

Номинальне тяглове зусилля, згідно ГОСТ 27021-86 визначаємо за формулою:

$$P_n = A \cdot G \quad (2.3)$$

Для трьох і чотирьохколісних тракторів із двома ведучими колесами $A=3,92$.

$$P_n = 3,92 \cdot 400 = 1568 (H)$$

$$N_n = \frac{(P_n + fG)v_n}{270 \eta_m \eta_d \eta_n} \quad (2.4)$$

де η_m – механічний коефіцієнт корисної дії силової передачі – 0,9, η_d – коефіцієнт, що враховує втрати від буксування, для колісних тракторів загального призначення рівний від 0,85 до 0,87, η_n – коефіцієнт використання потужності, становить 0,9-0,95, із урахуванням запасу потужності на початок руху та подолання випадкових спротивів. Номинальну швидкість приймемо за 6 км/год.

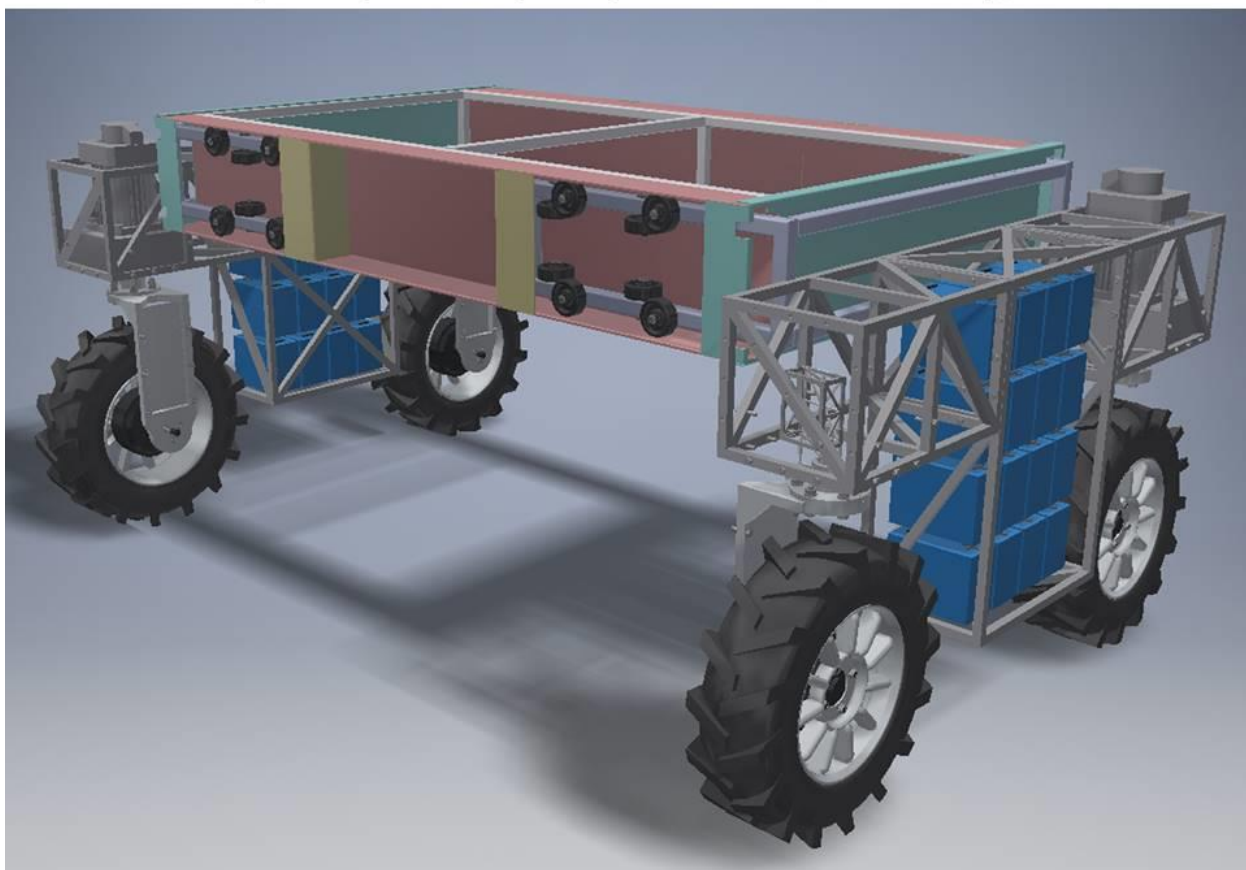
$$N_n = \frac{(159,89 + 0,1 \cdot 400) \cdot 6}{270 \cdot 0,9 \cdot 0,86 \cdot 0,93} \cdot 0,7355 = 4,54 \text{ кВт.}$$

Таблиця 2.1

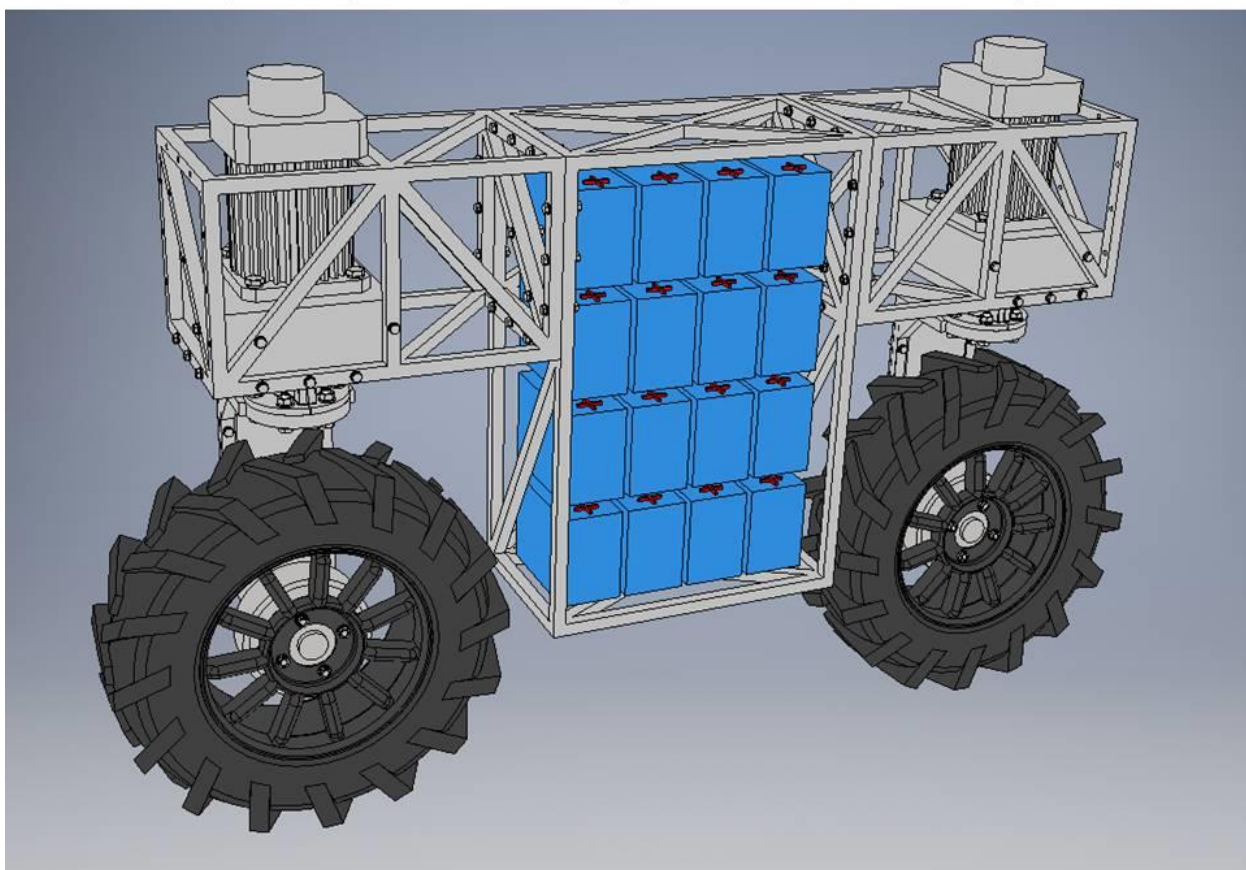
Коефіцієнти взаємодії ходової частини з різними типами поверхонь

Тип поверхні	f	φ_c при поверхні	
		сухий	вологий
Стерня	0,1-0,12	0,7	0,5
Злежала оранка	0,12-0,14	0,4-0,6	–
Свіжозоране поле	0,18-0,22	0,3-0,5	–
Культивоване поле	0,16-0,20	0,4-0,6	–
Вологий пісок	0,10-0,15	–	0,4-0,6
Сухий пісок	0,16-0,22	0,2-0,3	–

Проект робота-трактора «FLiBot» (без обвісу)



Проект приводного модулю «FLiBot» (без обвісу)



Розрахунок технічних параметрів приводного модулю «FLiBot»

Момент повороту

Розрахунок моменту опору повороту колеса:

$$M_n = (M_1 + M_2 + M_3) \cdot \frac{1}{\mu_{пр}} \quad (1)$$

де M_1 - момент опору направляючих коліс перекочуванню;

M_2 - момент опору коліс повороту;

M_3 - стабілізуючий момент від нахилу шворня.

Момент опору направляючих коліс перекочуванню розраховується за такою формулою (2):

$$M_1 = G_1 \cdot f_1 \cdot a \quad (2)$$

де G_1 - радіальне навантаження на колесо;

f_1 - коефіцієнт опору перекочування;

a - плече обкатки.

З формули (2) розраховуємо момент опору направляючих коліс перекочуванню M_1 :

$$M_1 = 3000 \text{ Н} \cdot 0,18 \cdot 0 \text{ м} = 0 \text{ Нм};$$

Розрахунок моменту опору повороту

$$M_2 = 0,14 \cdot G_1 \cdot \varphi_c \cdot r_n \quad (3)$$

де G_1 - радіальне навантаження на колесо;

φ_c - коефіцієнт зчеплення з ґрунтом;

r_n - динамічний радіус направляючого колеса.

Таким чином, $\varphi_c=0,5$ значення взято з посилання [20 табл. 1.1 ст.11]. Динамічний радіус $r_n = 0,3 \text{ м}$, він є трохи меншим за радіус самого колеса.

З формули (3) розраховуємо M_2 :

$$M_2 = 0,14 \cdot 3000 \text{ Н} \cdot 0,5 \cdot 0,3 \text{ м} = 63 \text{ Нм};$$

Стабілізуючий момент від нахилу шворня розраховується за такою формулою:

$$M_3 = G_1 \cdot (a + r_n \cdot \beta_{ш}) \cdot \left(\beta_{ш} \cdot \sin \frac{\alpha + \beta}{2} + \gamma_{ш} \cdot \cos \frac{\alpha + \beta}{2} \right) \quad (4)$$

де $\beta_{ш}$ - поперечний нахил шворня;

$\gamma_{ш}$ - поздовжній нахил шворня.

Дані кути в нашому випадку дорівнюють нулю, тому звідси виходить що за формулою (4) ми отримуємо такий результат:

$$M_3 = 0 \text{ Нм}.$$

Для того щоб розрахувати момент опору повороту, нам необхідно також розрахувати $\mu_{пр}$, проте наша система не буде мати поворотних цапф, тому ККД в даному випадку буде дорівнювати 1. Звідси розраховуємо M_n .

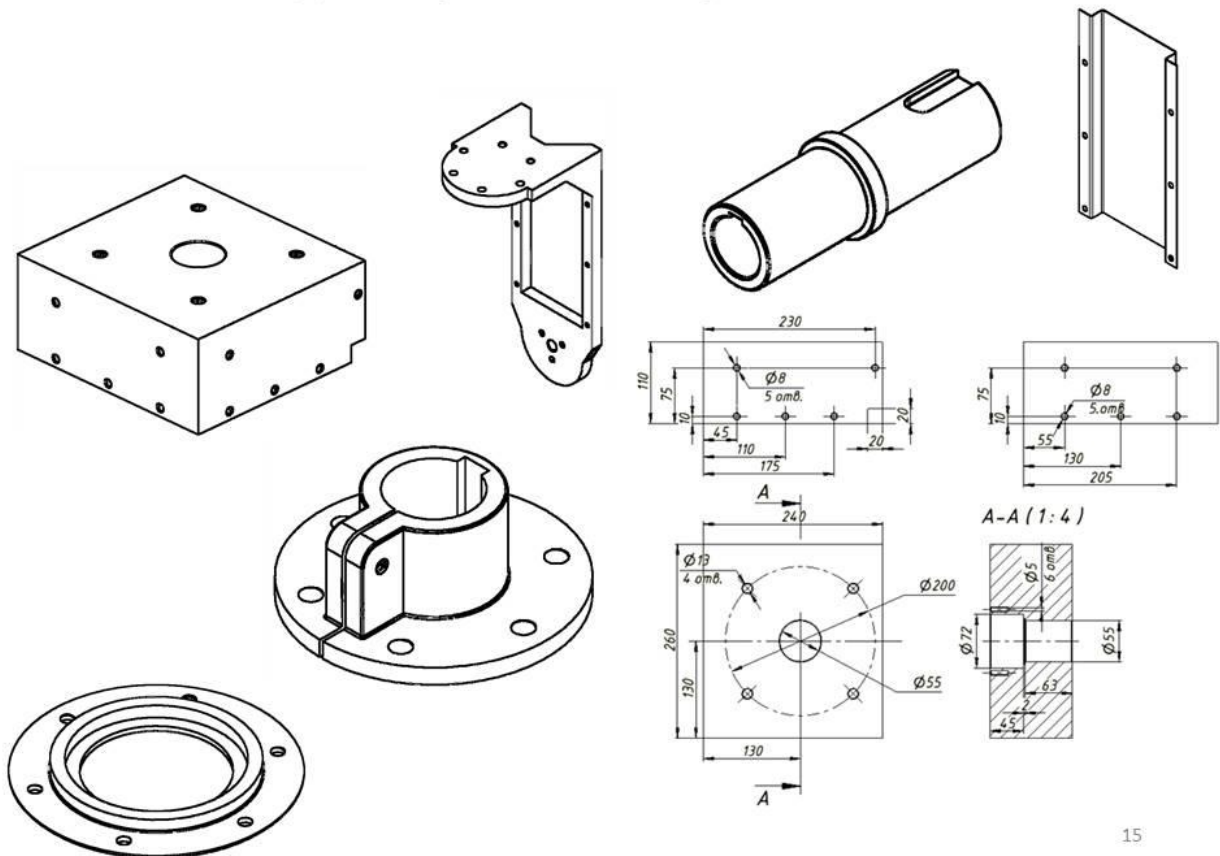
За формулою (1), отримуємо такий результат.

$$M_n = M_2 = 63 \text{ Нм}.$$

Обравши серводвигун моделі 180ST-M35010 [14] для повороту колеса, розробляємо систему кріплення консолі до двигуна, і фіксацію самого двигуна на рами модуля повороту.

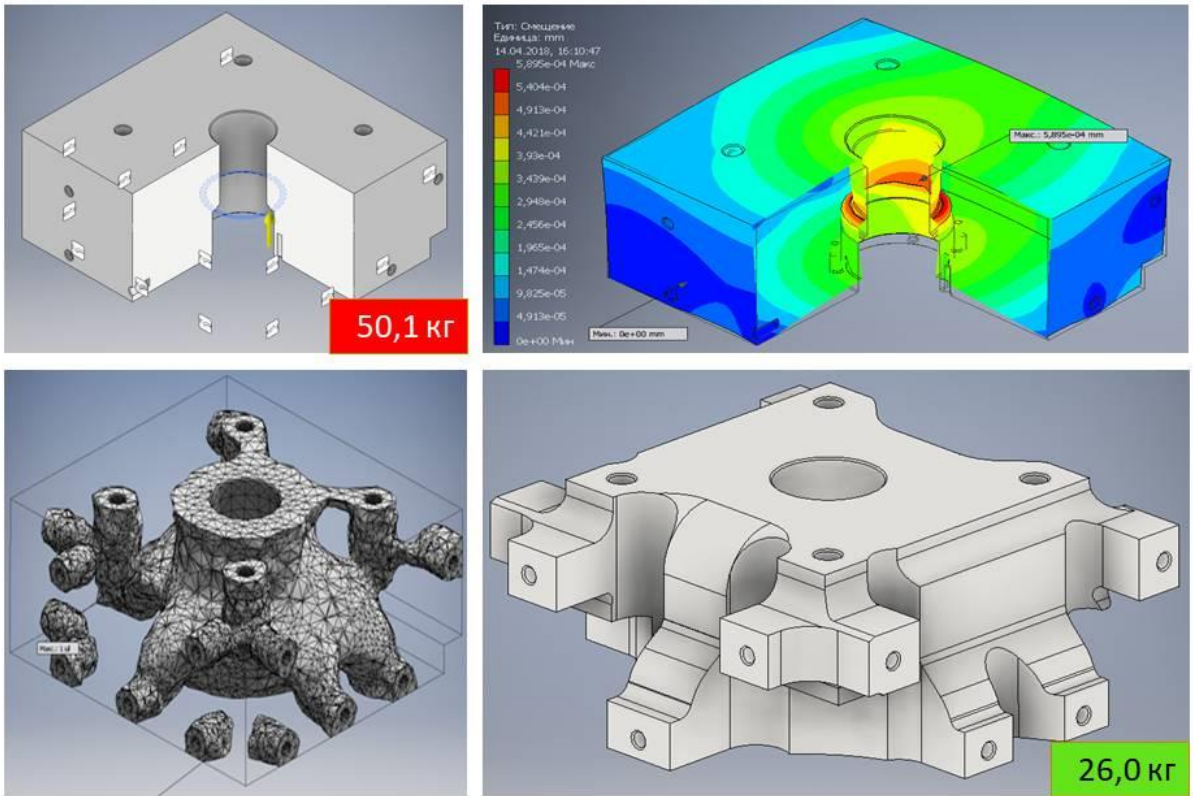
14

Деталі приводного модулю «FLiBot»

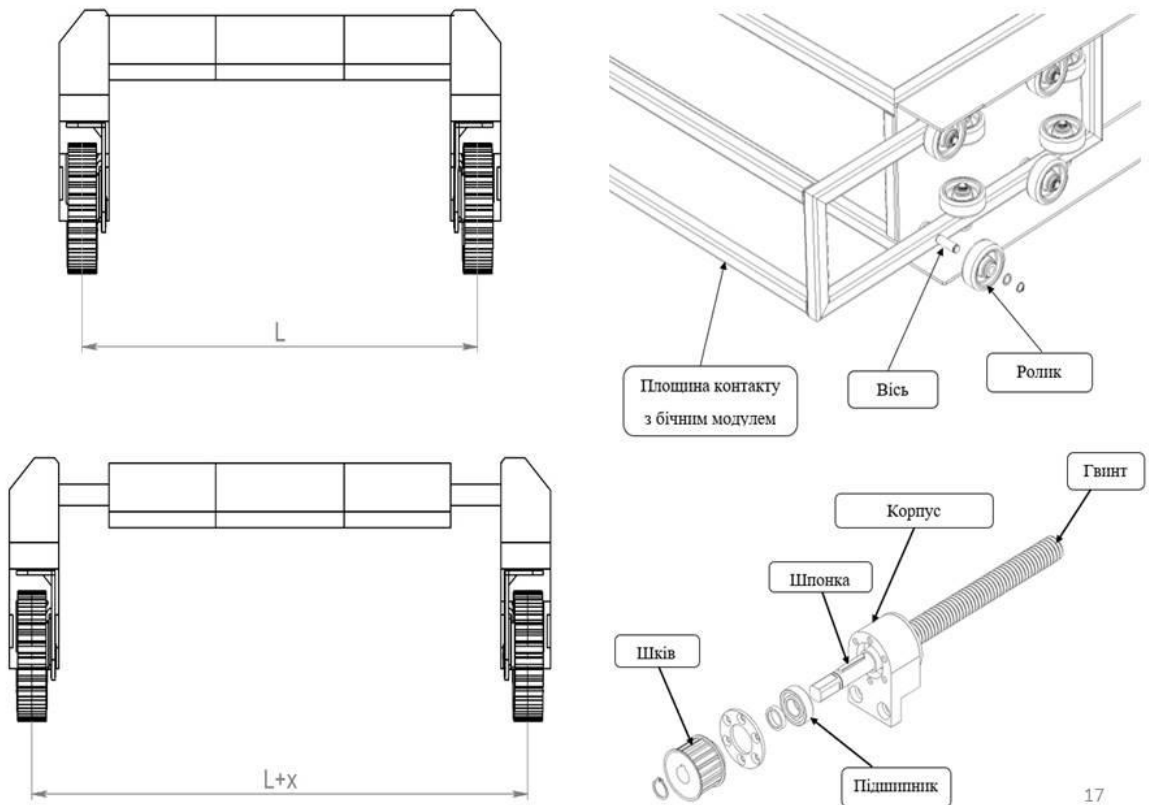


15

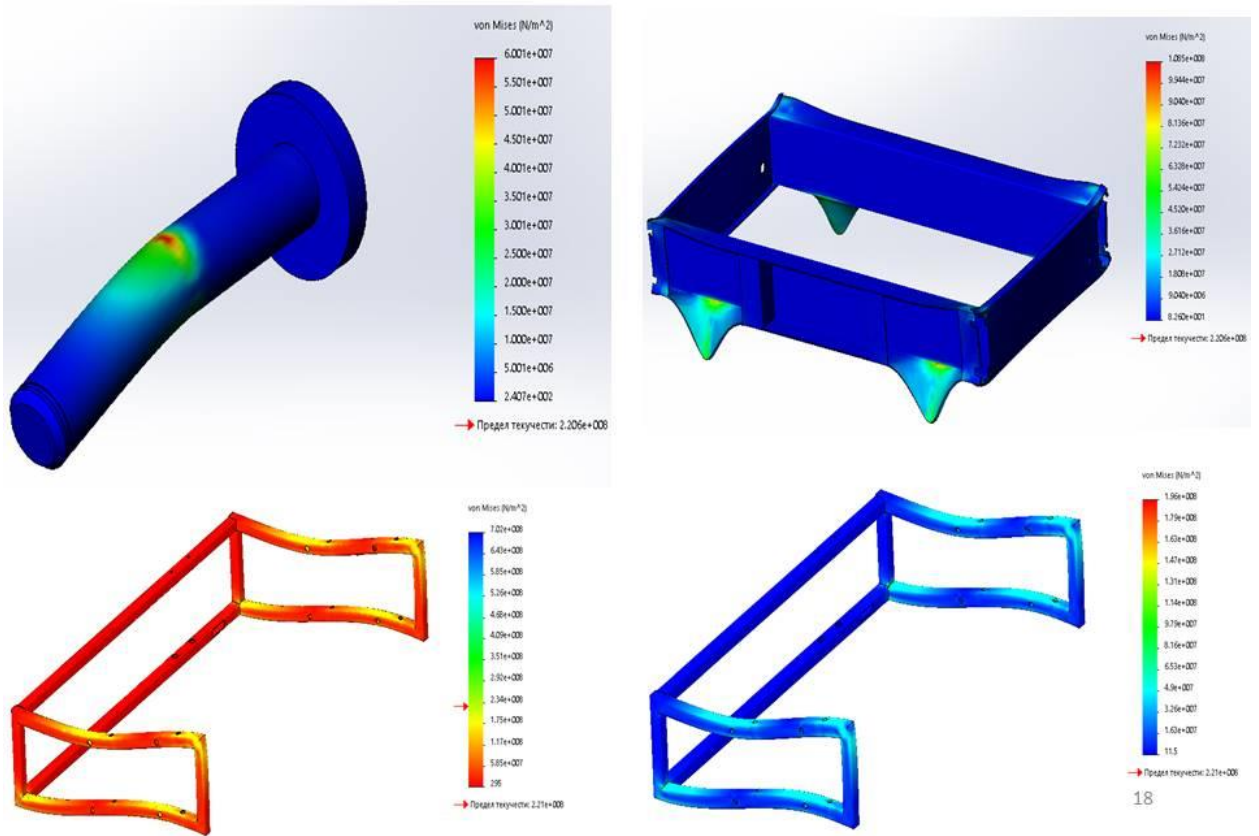
Аналіз напружено-деформованого стану деталей приводного модулю «FLIBot»



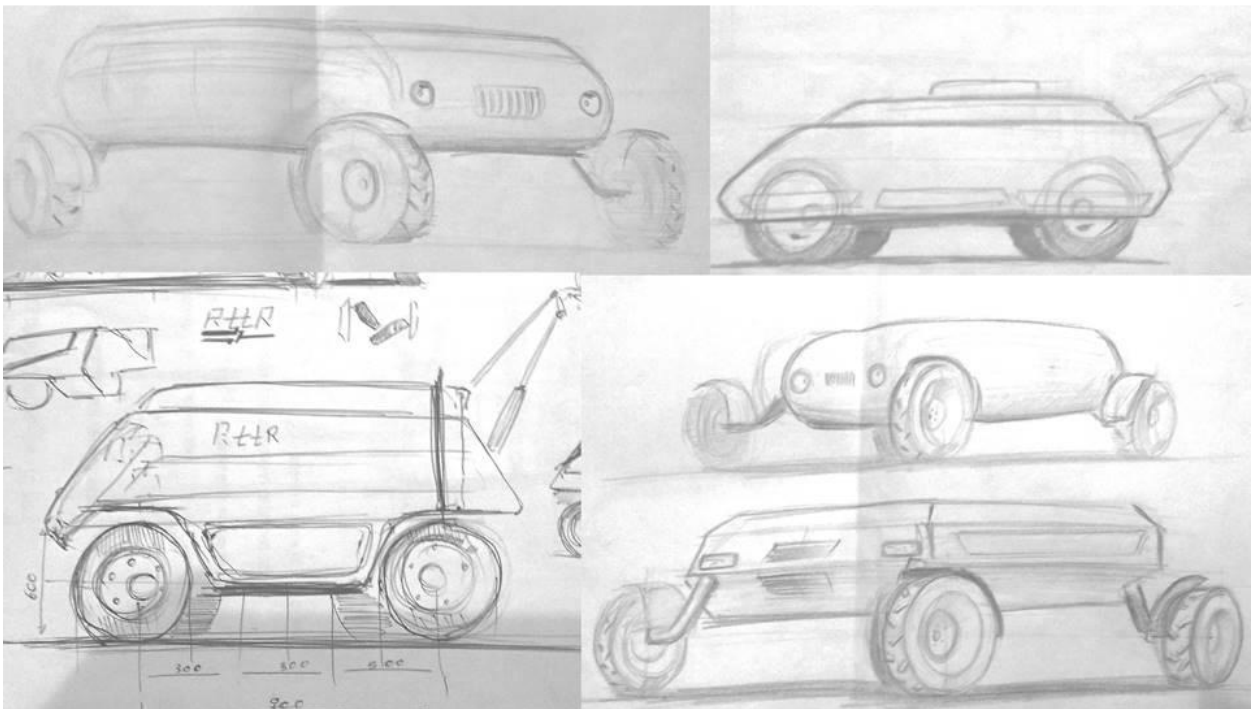
Механізм регулювання ширини колії «FLIBot»



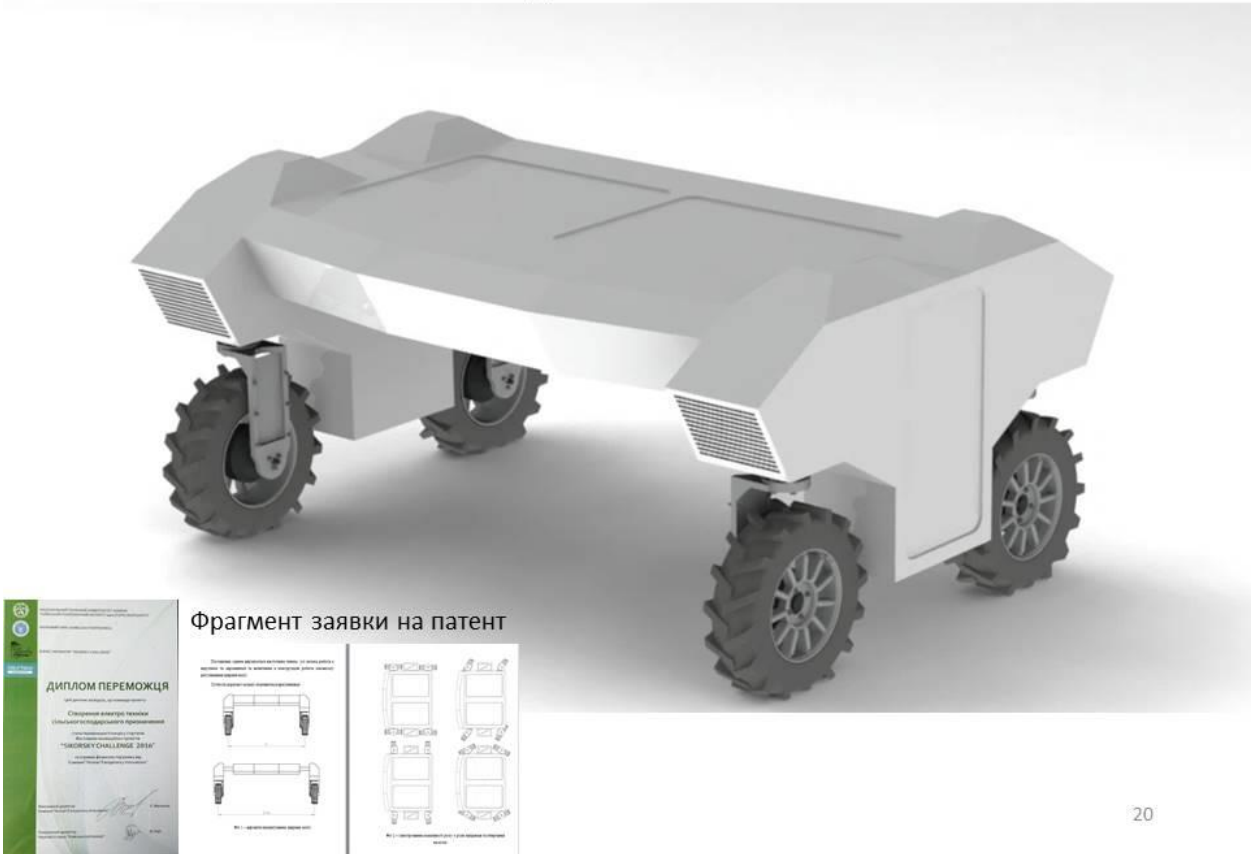
Аналіз напружено-деформованого стану деталей «FLIBot»



Пошукове ескізування «FLIBot» (осінь 2016)

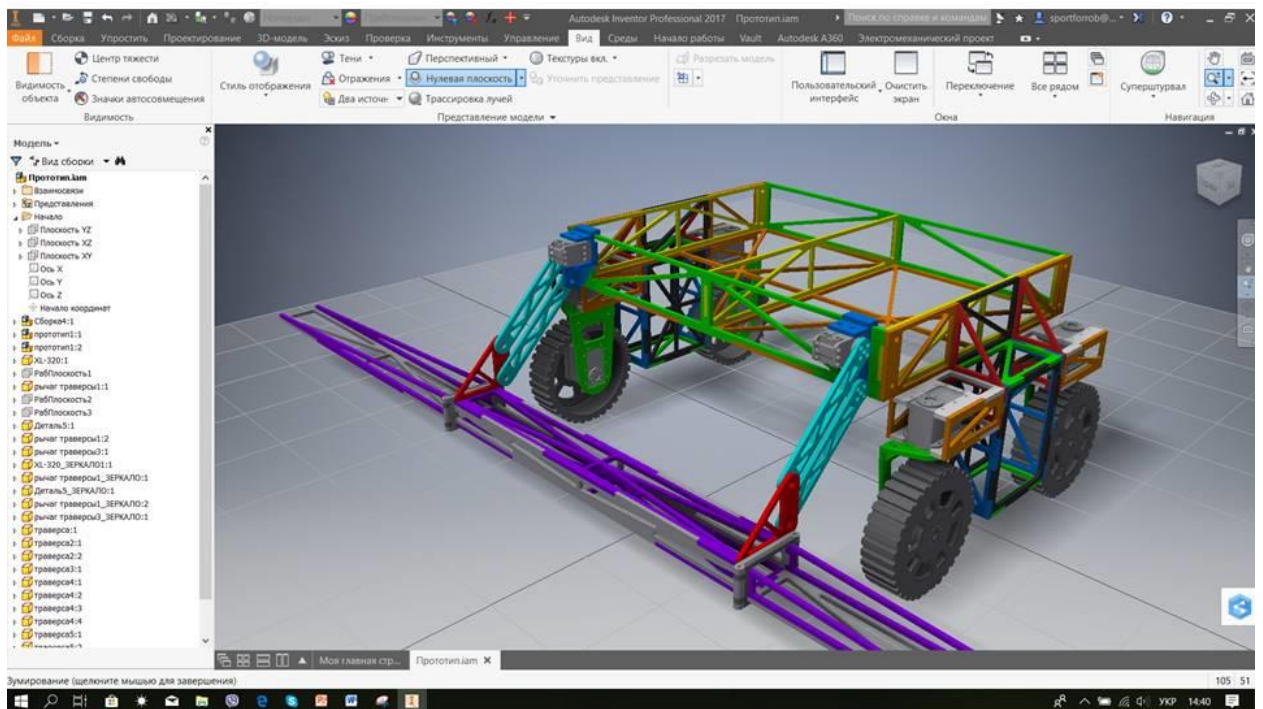


Модель «FLIBot»



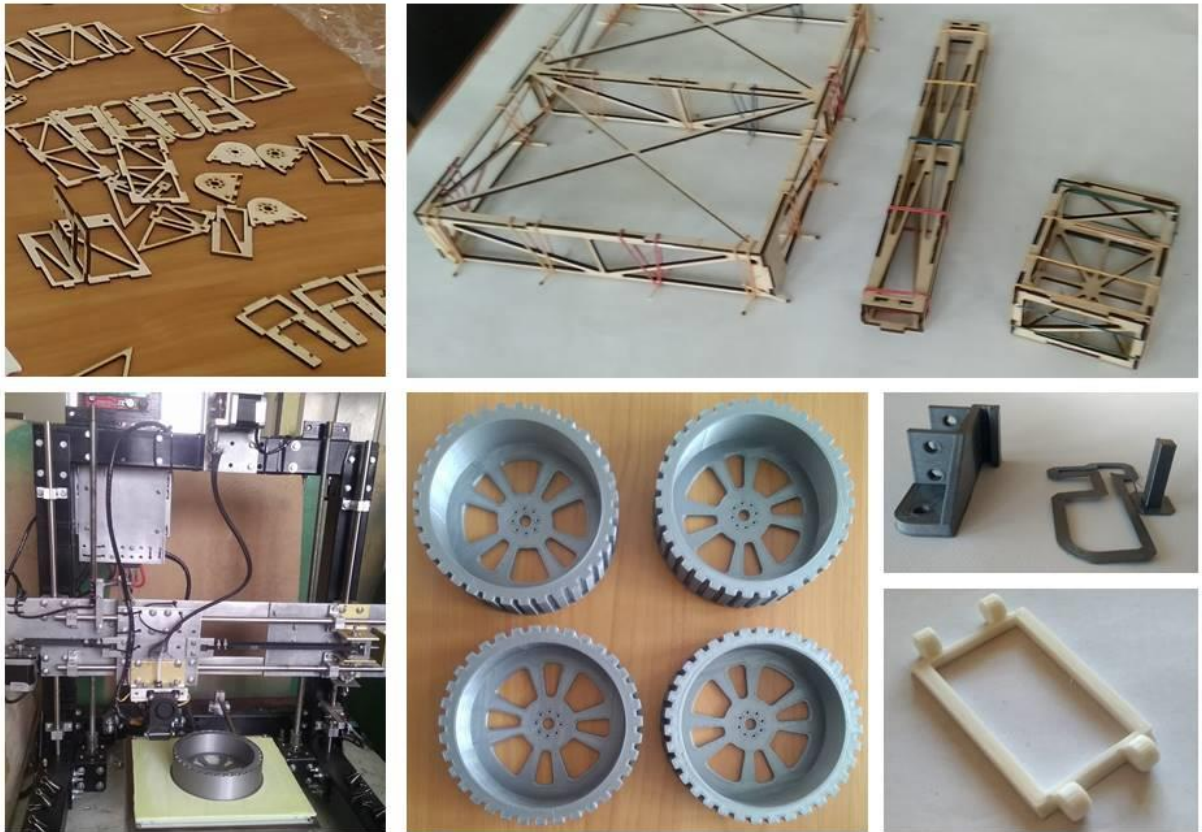
20

Макет «FLIBot» (без обвісу)

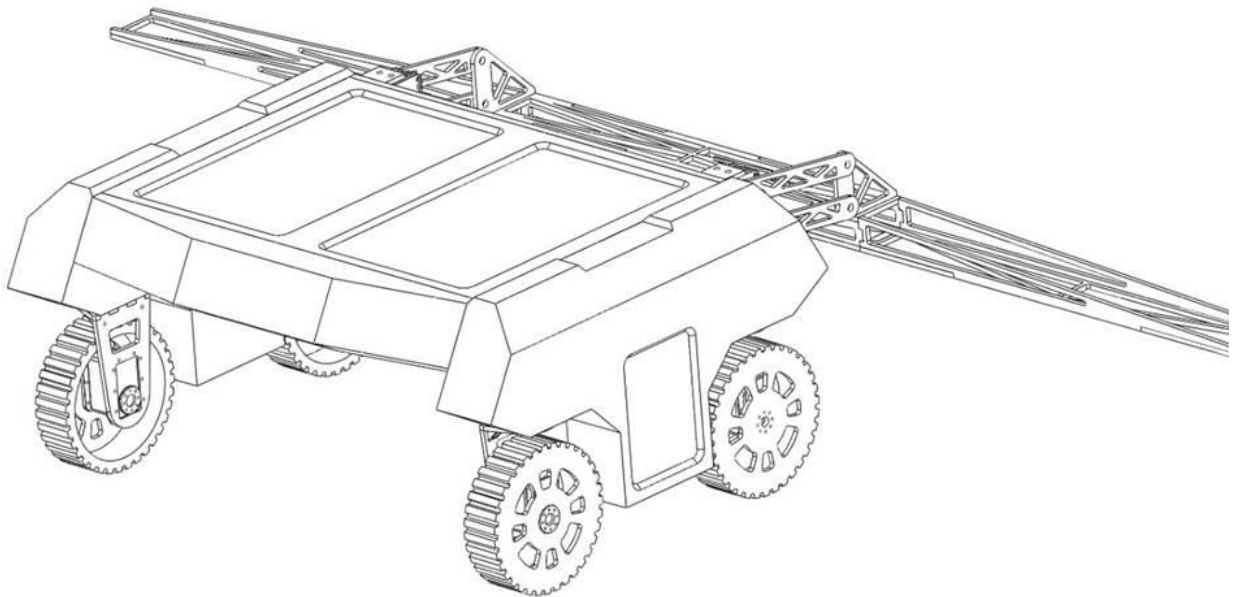


21

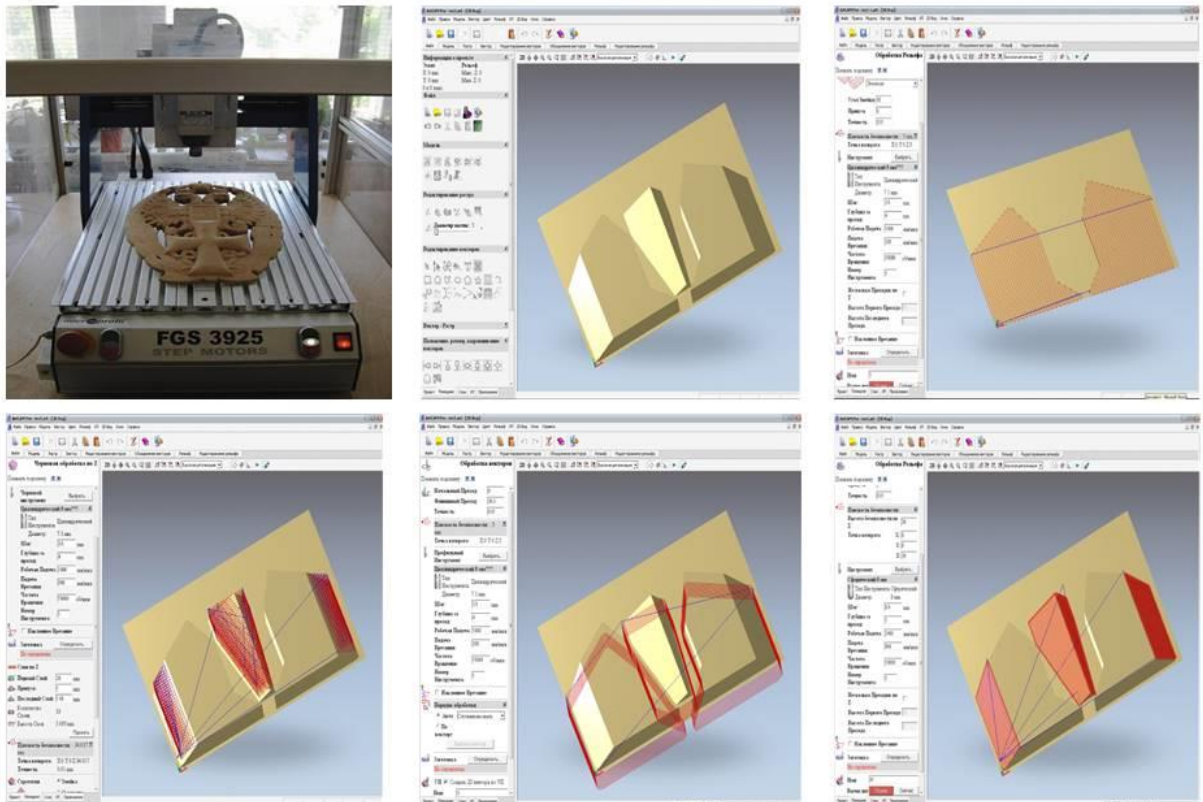
Виготовлення деталей макету «FLIBot»



Макет моделі «FLIBot» (з обвісом)

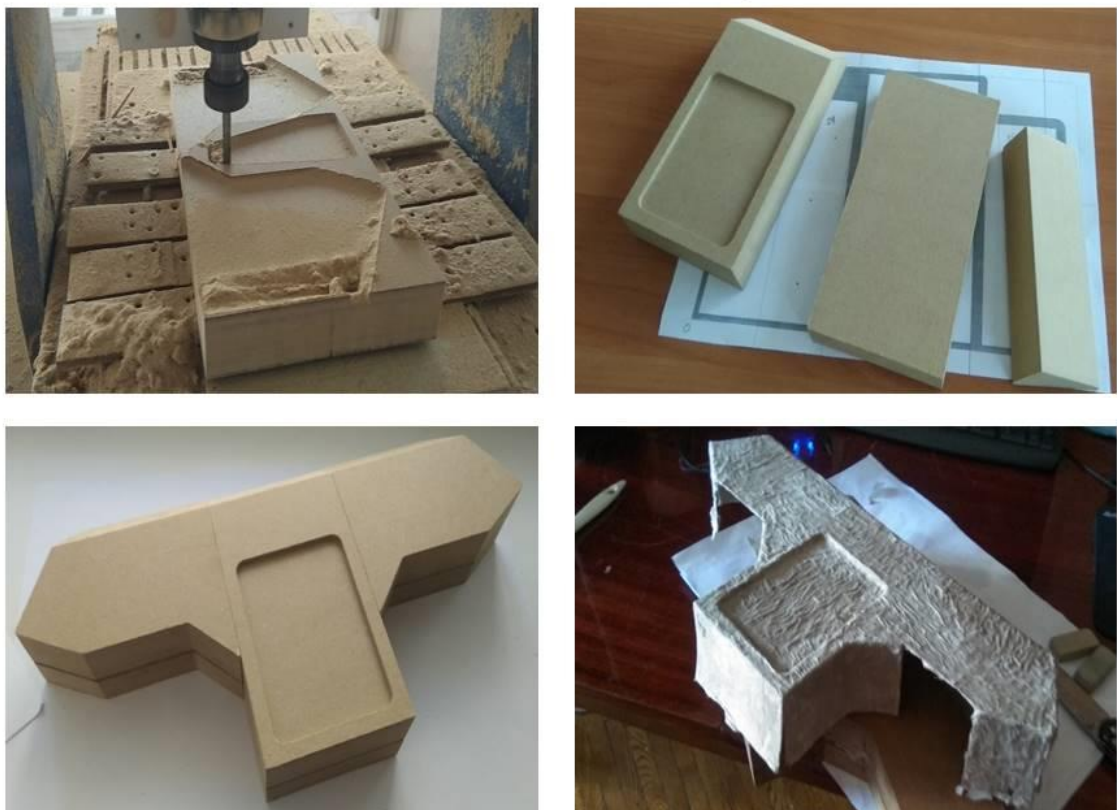


Технологія виготовлення матриці для обвісу «FLIBot»



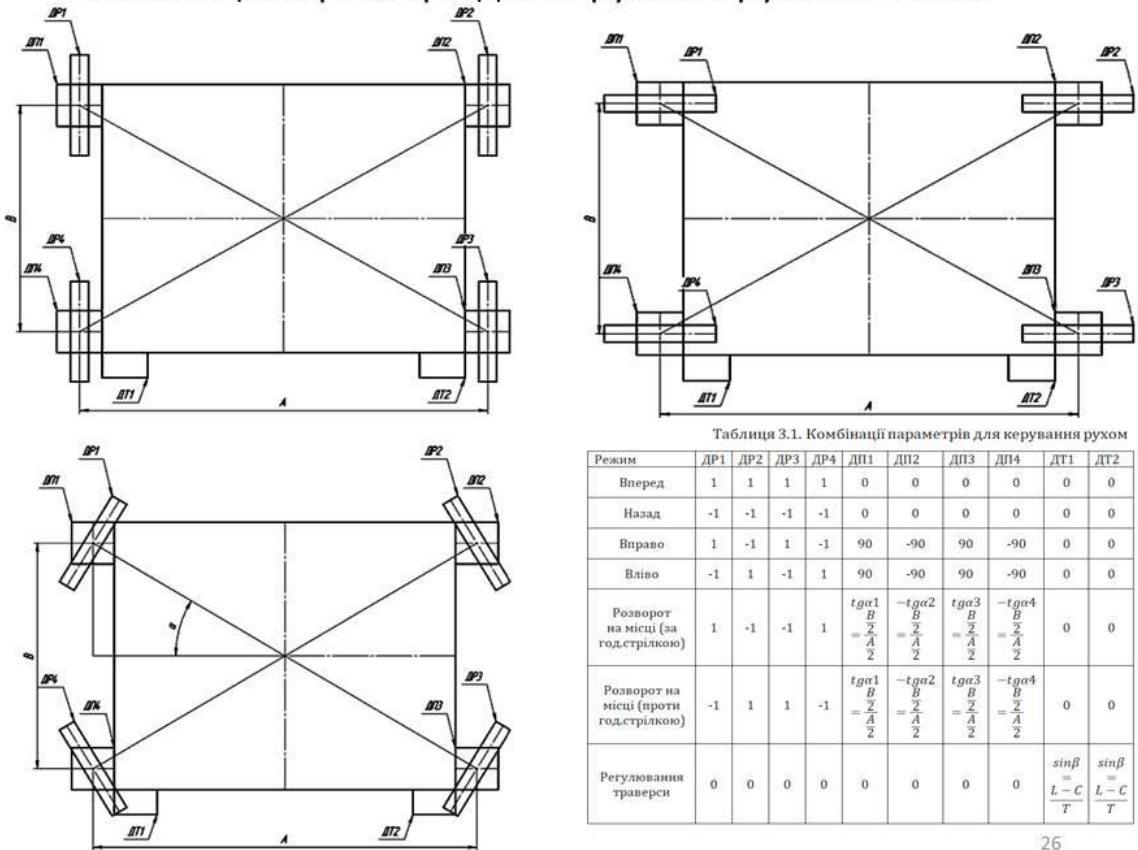
24

Технологія виготовлення обвісу «FLIBot»



25

Комбінація параметрів для керування рухом «FLIBot»



Таблиця 3.1. Комбінації параметрів для керування рухом

Режим	ДР1	ДР2	ДР3	ДР4	ДП1	ДП2	ДП3	ДП4	ДТ1	ДТ2
Вперед	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Назад	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0
Вправо	1	-1	1	-1	90	-90	90	-90	0	0
Вліво	-1	1	-1	1	90	-90	90	-90	0	0
Розворот на місці (за год.стрілкою)	1	-1	-1	1	$\frac{tga1}{2} \frac{B}{A}$	$-\frac{tga2}{2} \frac{B}{A}$	$\frac{tga3}{2} \frac{B}{A}$	$-\frac{tga4}{2} \frac{B}{A}$	0	0
Розворот на місці (проти год.стрілкою)	-1	1	1	-1	$-\frac{tga1}{2} \frac{B}{A}$	$\frac{tga2}{2} \frac{B}{A}$	$-\frac{tga3}{2} \frac{B}{A}$	$\frac{tga4}{2} \frac{B}{A}$	0	0
Регулювання траверси	0	0	0	0	0	0	0	0	$\frac{\sin\beta}{L-C}$	$\frac{\sin\beta}{L-C}$

26

FLIBot – Farm Land Intellectual Bot

Проект роботизованої інтелектуальної платформи для оприскування в сільському господарстві



Основні технічні характеристики

Споряджена маса 800 кг
 Корисне навантаження 200 кг
 Температура середовища 25 ± 20°C
 Ширина траверси поливу 6 000 мм
 Положення форсунок регульоване
 Колісна база 2400 – 2800 мм

Колісна формула 4 x 4
 Ширина коліс 270 мм
 Потужність (сумарна) 12 кВт
 Ємність акумуляторів 16 кВт•год
 Швидкість руху до 10 км/год
 Дорожній просвіт 900 мм

Ідея стартапу

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Автономний робот-трактор, що відповідає вимогам точного землеробства	Робота на фермах та агропромислових комплексах	Менший вплив людського фактору при обробці полів. Виконує усе згідно із програмою, що генерується програмним забезпеченням, відповідно до введених умов
Кероване зрошення та внесення добрив	Полив та удобрення	Економія ресурсів
Регулювання ширини колії	Обробка різних рослинних культур	Немає необхідності мати парк різної техніки для обробки різних культур
Розпізнавання рослин	Робота на полі	Робот не буде удобрювати бур'яни та травити корисні культури

28

Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

Аналіз ринку

Визначення сильних, слабких та нейтральних сторін проекту

№ п/п	Техніко-економічні характеристики ідеї	Товари/концепції конкурентів			
		проект	Конкурент 1	Конкурент 2	Конкурент 3
1	Вартість обслуговування	N	N	S	N
2	Вартість ремонту	N	N	S	N
3	Спійкість	S	S	W	W
4	Адаптивність	S	N	W	S
5	Доступне обладнання	S	N	W	S
6	Ремонтпридатність	W	N	S	N
7	Інформаційна виразність	S	S	W	N
8	Транспортабельність	S	W	S	W
9	Наявність викидів	N	N	W	N

Технологічна здійсненність проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Використання електроприводу	Застосування мотор-колес	Наявна	+
2	Читання польових карт	Програмне забезпечення, що може читати та керуватися польовими картами	Наявна	+/-
3	Модульна структура	Зварні конструкції, зборка за допомогою метизів	Наявна	+
4	Можливість зміни ширини колії	Керування шириною колії за допомогою електропривода та контролерів	Наявна	+/-
5	Розпізнавання рослин	Система розпізнавання образів	Наявна	+/-

Обрана технологія реалізації ідеї проекту: Даний проект є цілком реалізуємым, проте потребує певних допрацювань.

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія	Візмісності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
1	Обробка полів	Фермери та агропромислові комплекси	Різна кількість придбаних одиниць техніки	Надійність, ремонтпридатність, економія, наявність запчастин
2	Перехід до точного землеробства	Фермери та агропромислові комплекси	Різні вимоги до функціональності роботи та рівня автоматизації його роботи	Автономна робота, економія ресурсів за рахунок нових технологій, вміння читати польові карти

Фактори загрози

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Використання застарілої техніки і технологій на внутрішньому ринку	Традиційно поля обробляються великими тракторами та літаками	Рекламна компанія та популяризація точного землеробства
2	Недостатнє фінансування проекту	Нестача коштів для забезпечення розробки робота-трактора із усіма запланованими технологіями	Визначення інвестиційної привабливості проекту, представлення його інвесторам та представлення робочих прототипів
3	Конкуренція	Доступність великим фірмам більшої кількості технологій	Вдосконалення конструкцій та зниження собівартості

Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	Перехід на систему точного землеробства.	Зріст попиту на високотехнологічну сільськогосподарську техніку.	Розвернути рекламну компанію на території України, розширити виробництво.
2	Вимоги покупців до екологічності продукції.	Збільшення продажів через вибір людьми рослин, що не підлягали хім. обробці.	Збільшення обсягу виробництва робіт-оприскувачів, розробка робіт із альтернативними методами боротьби з бур'янами.
3	Подорожчання палива.	Економічна доцільність використання електричних	Збільшення обсягу виробництва, розширення

Аналіз ринку

Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Складові аналізу	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари заміники
	AgBot II, HortiBot, BoniRob	Thorvald II, Dino	Українські постачальники металічних профілів та роліків. Електрообладнання – <u>Китай</u> , <u>комп'ютерна техніка</u> – країни <u>Азії</u> .	Європейські та американські сільські господарства. В разі підвищення популярності в Україні точного землеробства розширення на вітчизняному ринку.	Традиційні трактори.
Висновки:	Всі існуючі конкуренти знаходяться в процесі розробки та ще не вийшли на ринок.	Були заявлені відносно нещодавно, проте, дані про те, що вони досліджувалися на практиці, відсутні.	Постачальники не диктують умови на ринку, так як усі ці виробники використовуються і у інших галузях.	Клієнти диктують умови роботи на ринку, так як передбачається вихід декількох робіт із схожим призначенням, але різним набором функціоналу.	Трактори старих зразків не складають конкуренції, так як потребують дообладнання, при якому не досягнуть рівня технологічності і автоматизації роботи.

Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін FLIBot

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів у порівнянні з «FLIBot»							
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	
1	Низька вартість	18	1,3		2					
2	Багатофункціональність та налаштування ширини колії	16	2	1		3				
3	Модульність конструкції	15		2		1	3			
4	Наявність сонячних панелей	19			1,3	2				
5	Технології і матеріали	10					2	1,3		

№ п/п	Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства
1	Тип конкуренції - олігополія	Вирізняється невеликою кількістю виробників. Всі рішення про обсяги виробництва і ціни є взаємозалежними. Відчувається вплив рішень, які приймають конкуренти. Невелика кількість конкурентів (іх наявність відкриває монополію)	Встигнути зайняти свою ринкову нішу до того, як на ринок вийдуть інші конкуренти. Зарекомендувати свій товар з кращої сторони.
2	За рівнем конкурентної боротьби - національний	Проект орієнтується більше на закордонний, ніж на український ринок, а усі потенційні конкуренти є закордонними розробками.	Є потреба дослідження, як українського ринку, так і міжнародного. Для українського ринку цей продукт є повністю новим, проте на міжнародний ринок вже вийшли сільськогосподарські роботи інших призначень.
3	За галузеву ознакою - внутрішньогалузева	Продукт використовується тільки однієї галузі.	Розвиток в середній галузі, посилюючи конкурентні позиції.
4	Конкуренція за видами товарів	Виробляється схожий продукт однієї галузі, орієнтований на однакову сферу, тільки різними виробниками.	Бути кращим за усіх конкурентів. Покращення технічних характеристик. Реальна кампанія, направлена на фермерів.
5	За характером конкурентних переваг - не цінова	Розроблений продукт має свої відмінності від розробок конкурентів.	Зниження собівартості продукту.
6	За інтенсивністю - марочна	Регульована ширина колії, здатність руху в будь-якому напрямку та сонячні батареї повинні стати візнаваними рисами FLIBot.	Реклама бренду.

Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування
1	Низька вартість.	В Україні більш дешева робоча сила, вартість промислових послугостей та ніякої податкової ставки ніж в СС.
2	Багатофункціональність та налаштування ширини колії	Більшість потенційних конкурентів мають вузке коло застосування, та не мають змоги регулювати ширину колії.
3	Модульність конструкції	Можливе використання набору з різних модулів для побудови робіт із різним призначенням.
4	Наявність сонячних панелей	Жоден з прямих потенційних конкурентів не обладнаний сонячними панелями.
5	Технології і матеріали	Використовують надійні матеріали, хоча і ті, що мають відносно велику вагу.

SWOT-аналіз стартап-проекту «FLIBot»

Сильні сторони	Слабкі сторони
<ol style="list-style-type: none"> Низька вартість Універсальність Модульність Розроблений відповідно до концепції точного землеробства Автономність 	<ol style="list-style-type: none"> Наявність потенційних конкурентів Недостатнє фінансування Невідомість бренду
Можливості	Загрози
<ol style="list-style-type: none"> Зріст вимог покупців до екологічності продукції Ранній вихід на ринок Поширення концепції точного землеробства Подорожчання палива Збільшення інвестицій 	<ol style="list-style-type: none"> Вихід на ринок продукції конкурентів Звичність до старої техніки в Україні Недостатнє фінансування проекту Економічна криза

ВИСНОВКИ (Варцаба А.О.)

- Аналіз стану сільськогосподарського машинобудування показав, що на сьогоднішній день все більше поширюється застосування принципів точного землеробства, особливо у розвинутих країнах. При чому точне землеробство потребує специфічних технологій, які були розглянуті у першому та другому розділах даної роботи. І на даний момент жодний з потенційних конкурентів ще не вийшов на ринок.
- За результатами даної роботи було визначено ті характеристики, які, на нашу думку, є необхідними для автономного сільськогосподарського робота-трактора, сформульована концепція та спроектована механічна частина цього робота-трактора. Також був проведений аналіз та визначення необхідних для реалізації інформаційних технологій, а їх застосування дозволило отримати обґрунтовані інженерні рішення. Результати створення стартап-проекту дають зрозуміти, що проект є таким, що має зайняти свою нішу на ринку і буде особливо успішним в тому разі, якщо вийде на ринок раніше за потенційних конкурентів.
- Таким чином на результатах проведених досліджень та розробки можна створити робочий стартап-проект, в тому разі, якщо він знайде своїх інвесторів, що вказує на досягнення мети дипломної роботи.

32

ВИСНОВКИ (Мілаєв Р.Д.)

- Проведений аналіз ринку конкурентів та отримання вхідних даних дозволили підтвердити актуальність створення роботи-зованої платформи.
- За результатами проведеного аналізу створена концепція боко-вого модуля приводу.
- Обґрунтовано та визначено перелік комплектувальних вузлів які дозволяють відтворити роботизовану платформу з покупних елементів модуля при мінімальних фінансових затратах.
- Виконано проектування бокового модуля та створення системи приводу і руху для повороту на 2250 , що дає можливість засто-совувати платформу у стислих просторах густо засаджених полів сучасної агропромисловості.
- Проведено комп'ютерне випробування модуля приводу та оп-тимізація його для зменшення маси, що забезпечило мінімаьльне використання матеріальних ресурсів.
- Розроблено та опрацьовано технології виготовлення та ство-рення віртуального прототипу.
- Здійснено виготовлення діючого прототипу багатофункціона-льної платформи, тим самим експериментально підтверджено можливість створення та працездатності об'єкту проектування.

33

СПИСОК ДРУКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ ТА ДОПОВІДІ КОНФЕРЕНЦІЯХ

1. **Мілаєв Р.Д.** Агропромислова платформа для вирішення сільськогосподарських задач [Текст]/ Мілаєв Р.Д., Солодкий В.І. // Всеукраїнська науково-технічна конференція молодих вчених та студентів «Інновації молоді – машинобудуванню». – К., 2017.
2. **Варцаба А.О.** Загальна концепція робота-трактора FLIBot [Текст]/ Варцаба А.О., Пасічник В.А. // Всеукраїнська науково-технічна конференція молодих вчених та студентів «Інновації молоді – машинобудуванню». – К., 2018.
3. **Варцаба А.О.** Механізм регулювання ширини колії автономного робота-трактора FLIBot [Текст]/ Варцаба А.О., Пасічник В.А. // Всеукраїнська науково-технічна конференція молодих вчених та студентів «Інновації молоді – машинобудуванню». – К., 2018.
4. **Мілаєв Р.Д.** Методи прототипування [Текст]/ Мілаєв Р.Д., Солодкий В.І. // Всеукраїнська науково-технічна конференція молодих вчених та студентів «Інновації молоді – машинобудуванню». – К., 2018.

34



FLIBot – Farm Land Intellectual Bot

*Проект роботизованої інтелектуальної платформи
для оприскування в сільському господарстві*

Основні технічні характеристики			
Споряджена маса	800 кг	Колісна формула	4 x 4
Корисне навантаження	200 кг	Ширина коліс	270 мм
Температура середовища	25 ± 20°C	Потужність (сумарна)	12 кВт
Ширина траверси поливу	6 000 мм	Ємність акумуляторів	16 кВт•год
Положення форсунок	регульоване	Швидкість руху	до 10 км/год
Колісна база	2400 – 2800 мм	Дорожній просвіт	900 мм