

**ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДИКИ ЗБОРУ ТА АНАЛІЗУ ЦИФРОВИХ ДАНИХ  
ДЛЯ ОЦІНКИ РОБОТИ МАШИНИХ АГРЕГАТИВ В СЕРЕДОВИЩІ MICROSOFT OFFICE EXCEL**

**Зубко Владислав Миколайович**

кандидат технічних наук, доцент  
Сумський національний аграрний університет  
ORCID: 0000-0002-2426-2772  
email: zubkovladislav@ukr.net

**Хворост Тетяна В'ячеславівна**

кандидат економічних наук, доцент  
Сумський національний аграрний університет  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8863-8126>  
E-mail: khvorost.t83@gmail.com

**Соколік Сергій Петрович**

старший викладач  
Сумський національний аграрний університет  
ORCID: 0000-0003-4496-8681  
email: Sokolik1009@gmail.com

*Розроблено методику дослідження експлуатаційно-економічних показників та показників якості роботи для існуючих та проєктованих машинних агрегатів при виконанні механізованих технологічних операцій в реальних природно-кліматичних умовах.*

*Сучасні дослідження показують, що на сьогодні фактично вичерпаний потенціал землі і сортів сільськогосподарських культур (крім генномодифікованих, а вони заборонені на сьогодні у Європі) у зростанні врожаю і сьогодні людство повинно боротись за збільшення врожайності за рахунок забезпечення потреб рослин – якості виконання технологічних операцій. Якість виконання технологічної операції – це до 30% формування врожаю. Якість кожної технологічної операції формує загальну якість технологічного процесу та впливає на кінцевий результат – на якість, кількість і собівартість продукції. Неякісно виконану технологічну операцію неможливо ні переробити, ні компенсувати, надолужити високою якістю послідувачих технологічних операцій.*

*Сучасні методи інформаційних технологій дозволяють значно спростити та здешевити результати оцінки роботи машинних агрегатів.*

*Визначальним в цій ситуації є інструмент, завдяки якому отримуються данні для обробки, аналізу та прийняття рішення. Мова йде про методику, яка використовується для отримання інформації. Результат розрахунку, отриманий у лабораторних умовах, повинен відповідати результату хронометражних спостережень у виробничих умовах. Саме такою є розроблена нами математична модель і комп'ютерна програма «Машинний агрегат», алгоритм якої реалізований в середовищі Microsoft Office Excel. Дана програму проходить польові випробування спільно з ЛКМЗ та Елворти.*

*Основною умовою для проведення розрахунків повинна бути достовірна база даних.*

*Розроблена методика дозволяє виконати глибокий аналіз експлуатаційно-економічних та якісних показників використання машинного агрегату в будь-яких природно-кліматичних умовах як для існуючих так і проєктованих агрегатів.*

**Ключові слова:** машинний агрегат, технологічна операція, експлуатаційно-економічні показники, якісні показники, енергетичний засіб.

DOI: <https://doi.org/10.32845/msnau.2020.4.1>

**Постановка проблеми.** Аналіз останніх досліджень і публікацій, спілкування з аграріями свідчать про те, що при існуючій різноманітності машин на ринку аграрної техніки, при сьогоднішньому формуванні господарств з певних площ (складових частин), розташованих в різних природно-кліматичних зонах, різному рельєфі полів, їх розмірах та площах оцінка експлуатаційно-економічних та якісних показників використання машинних агрегатів на механізованих технологічних операціях повинна враховувати велику кількість факторів (групи машин, ґрунтово-кліматичні умови, вимоги культур для максимальної реалізації селекційного потенціалу та ін.), результати розрахунку повинні забезпечувати достовірність та відповідність тим умовам, для яких проведений розрахунок.

Результати досліджень, з використанням даної методики, повинні мати кінцевий результат за мінімальний проміжок часу.

Існуючі методики розрахунку експлуатаційно-економічних показників та оцінки якості роботи машин були розроблені в основному на початку минулого століття і застосовувалися до машин і технологій того часу.

Застосування сучасних технологій виробництва продукції рослинництва у поєднанні з новітніми конструкціями машин та їх робочих органів вимагають удосконалення методики оцінки якості їх роботи з використанням сучасних засобів математичної обробки.

Об'єктом дослідження є методика оцінки ефективності використання машинного агрегату за експлуатаційно-економічними та якісними показниками.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В умовах інтенсифікації землеробства, впровадження нової техніки і прогресивних технологій важливим резервом підвищення врожайності агрокультур і зниження втрат продукції є ефективне використання машин та поліпшення якості виконання механізованих польових робіт [0].

При інтенсивних технологіях вирощування агрокультур особливу увагу слід приділяти економічному обґрунтуванню кожного машинного агрегату в технології, дотриманню технологічної дисципліни, проведення польових робіт в оптимальні агротехнічні терміни в суворій відповідності з існуючими нормативами і технологічними допусками, а також регулюванню машин на заданий режим роботи [0].

У технологіях виробництва агрокультур механізація технологічних процесів займає особливе місце. У наукових працях Мельника І.І. [0], Погорілого Л.В. [0], Натанзона І.Й. [0], Фінна Е.А. [0, 0], Діденка М.К. [0] та інших були глибоко досліджені питання комплектування машинних агрегатів для обґрунтування раціональних комплексів машин та машинного парку, розроблені методики обґрунтування раціонального складу комплексу машин для виробництва агрокультур з урахуванням різних критеріїв оптимізації.

Вартість сучасних засобів механізації є досить високою, а за умови того, що машини у господарстві будуть працювати не один рік, обробляти не один гектар ріллі, враховуючі потреби рослин, які вирощуються в агроформуванні та відповідність конструкційних особливостей машини ґрунтово-кліматичним умовам місцевості, де вона буде використовуватись, актуальним є питання дослідження та обґрунтування ефективності та доцільності вибору машини для кожної операції. Від того, наскільки вдало будуть вибрані енергетичні засоби та агромашини, залежить і ефективність ведення господарювання, і вплив на екологію, і спадок майбутньому поколінню.

**Мета досліджень** – застосування математичної моделі і комп'ютерної програми «Машинний агрегат», алгоритм якої реалізований в середовищі Microsoft Office Excel, для оцінки ефективності використання машинного агрегату за експлуатаційно-економічними та якісними показниками.

**Результати досліджень.** Сучасні методи інформаційних технологій дозволяють значно спростити та здешевити результати оцінки роботи машинних агрегатів. Оперативне отримання інформації завжди дає нам можливість працювати «на випередження».

Визначальним в цій ситуації є інструмент, завдяки якому отримуються дані для обробки, аналізу та прийняття рішення. Мова йде про методику, яка використовується для отримання інформації. Результат розрахунку, отриманий у лабораторних умовах, повинен відповідати результату хронометражних спостережень у виробничих умовах. Саме такою є розроблена нами математична модель і комп'ютерна програма «Машинний агрегат», алгоритм якої реалізований в середовищі Microsoft Office Excel.

Основною умовою для проведення розрахунків повинна бути достовірною база даних. ар

Вхідними параметрами комп'ютерної програми «Машинний агрегат» є конструктивні параметри енергетичних засобів і агромашин, а також агрокліматичні та фізико-механічні умови їх роботи при виконанні тих чи інших механізованих операцій за умови забезпечення агротехнічних вимог.

Основними вихідними параметрами реалізації програми є результати роботи машинних агрегатів з урахуванням вартості та якості виконання механізованих робіт.

*Дослідження енергетичного засобу.*

Вхідні параметри: марка енергетичного засобу, визначена виробником, тип енергетичного засобу, основний технологічний параметр енергетичного засобу, потужність двигуна, питома витрата палива, експлуатаційна маса, балансова вартість енергетичного засобу, нормативне річне завантаження, система ТОР, коефіцієнт надійності енергетичного засобу.

Вихідні параметри: гакове зусилля, витрати паливо-мастильних матеріалів, амортизаційні відрахування, коефіцієнт забезпечення агроімогом.

На рис. 1 представлена схема щодо дослідження (розрахунку) енергетичного засобу.

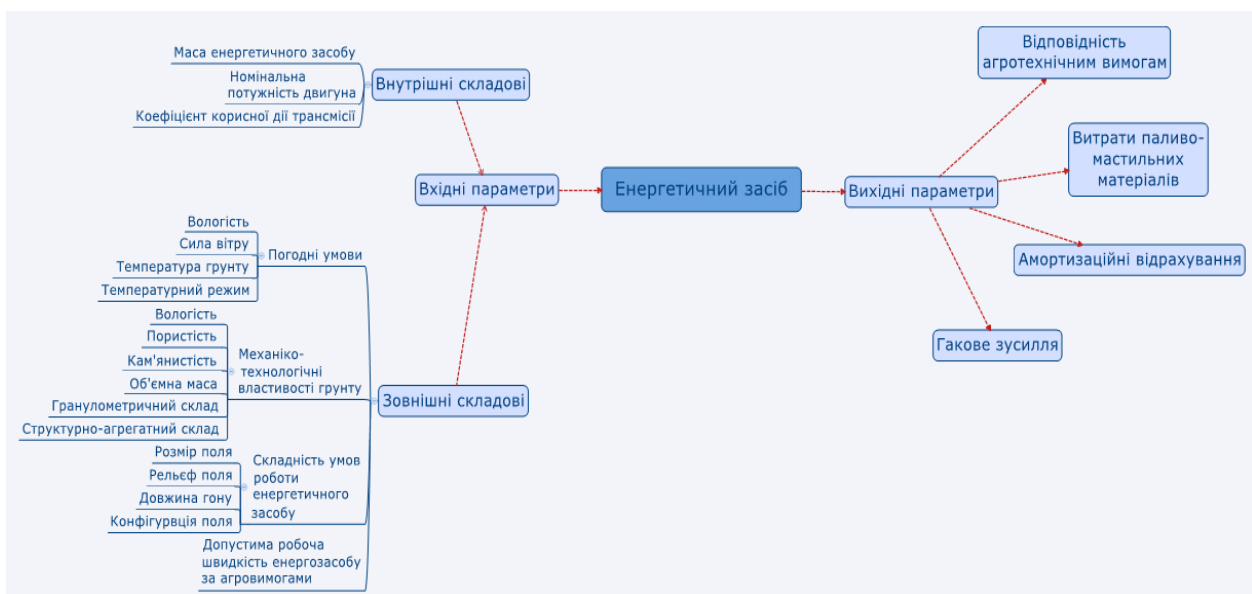


Рис. 1 – Схема дослідження енергетичного засобу

Результати підготовки бази даних по енергетичних засобах для використання їх у зазначеній програмі «Машинний агрегат» наведено на рис. 2.

*Дослідження агромашини.*

Вхідні параметри: марка агромашини визначена виробником, тип агромашини, основний технологічний параметр, максимальна дозволена агровимогами швидкість, потужність на ВВП, експлуатаційна маса агромашини, балансова вартість агромашини, нормативне річне завантаження агромашини, система ТОР, кількість обслуговуючого персоналу, кінематична довжина машини, коефіцієнт надійності машини.

Вихідні параметри: загальний опір машини, амортизаційні відрахування, коефіцієнт відповідності агротехнічним вимогам.

*Схема дослідження агромашини*

Результати підготовки бази даних по агромашинах для використання їх у зазначеній програмі «Машинний агрегат» наведено на рис. 4.

*Дослідження машинного агрегату.*

Вхідні параметри: коефіцієнт опору руху, допустима робоча швидкість агрегату за агровимогами, коефіцієнт зчеплення ведучого апарату, дотична сила тяги, сила зчеплення, сила опору перекочування, рушійна сила (рис. 5).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2	Джон Дір 8420	181	2	60.0	198	200	10.00	195000	1600	1	2.20	0.98	0.98			Трактор колісний 4К4 клас 6
3	Джор Дір 9430	220	2	60.0	316	200	20.10	442000	1600	3	2.20	0.98	1.00			Трактор колісний 4К4 клас 6
4	Джон Дір 9530	221	2	65.0	351	200	20.30	480000	1600	3	2.20	0.98	1.00			Трактор колісний 4К4 клас 6
5	К-701	1	2	65.0	220	245	13.00	86435	1500	1	2.70	0.92	1.00			Трактор колісний 4К4 клас 5
6	К-700А	2	2	60.0	158	245	12.30	59800	1500	1	2.20	0.80	1.00			Трактор колісний 4К4 клас 5
7	Умовні позначення колонок:															
8	1 - Марка енергетичної машини;						4 - Основний технологічний параметр(максимальне тягове зусилля для тракторів, кН; вантажопідйомність для автомобілів, т; пропускна здатність для комбайнів, кг/с);									
9	2 - Шифр енергетичного засобу;						5 - Потужність двигуна, кВт;									
10	3 - Тип енергетичної машини:						6 - Питома витрата палива, г/кВт*год (г/км);									
11	0 - людина;						7 - Експлуатаційна маса, т;									
12	1 - гусеничні трактори;						8 - Світова ціна, \$;									
13	2 - колісні трактори 4К4;						9 - Нормативне річне завантаження, год;									
14	3 - колісні трактори 4К2;						10 - Система ТОР (визначає ресурс енергетичного засобу до 1-го капітального ремонту: 1- стара система; 2 - нова система; 3 - система для іноземної техніки.									
15	4 - самохідні комбайни;						11 - Виріток енергомашини в умовних гектарах за годину (для гусеничних - K=0.06G+0.01Ne; решти - K=0.05G+0.01Ne);									
16	5 - автомобілі-самоскиди (бензинові);						12 - Коефіцієнт надійності енергозасобів;									
17	6 - автомобілі-самоскиди (дизельні);						13 - Коефіцієнт забезпечення агровимог.									
18	7 - автомобілі бортові (бензинові);						14 - Знаком (+) відмічаються енергетичні засоби, які необхідно включити у розрахунок.									
19	8 - автомобілі бортові (дизельні);															
20	9 - електродвигун;															
21																

Рис. 2 – Загальний вигляд бази даних по енергетичних засобах

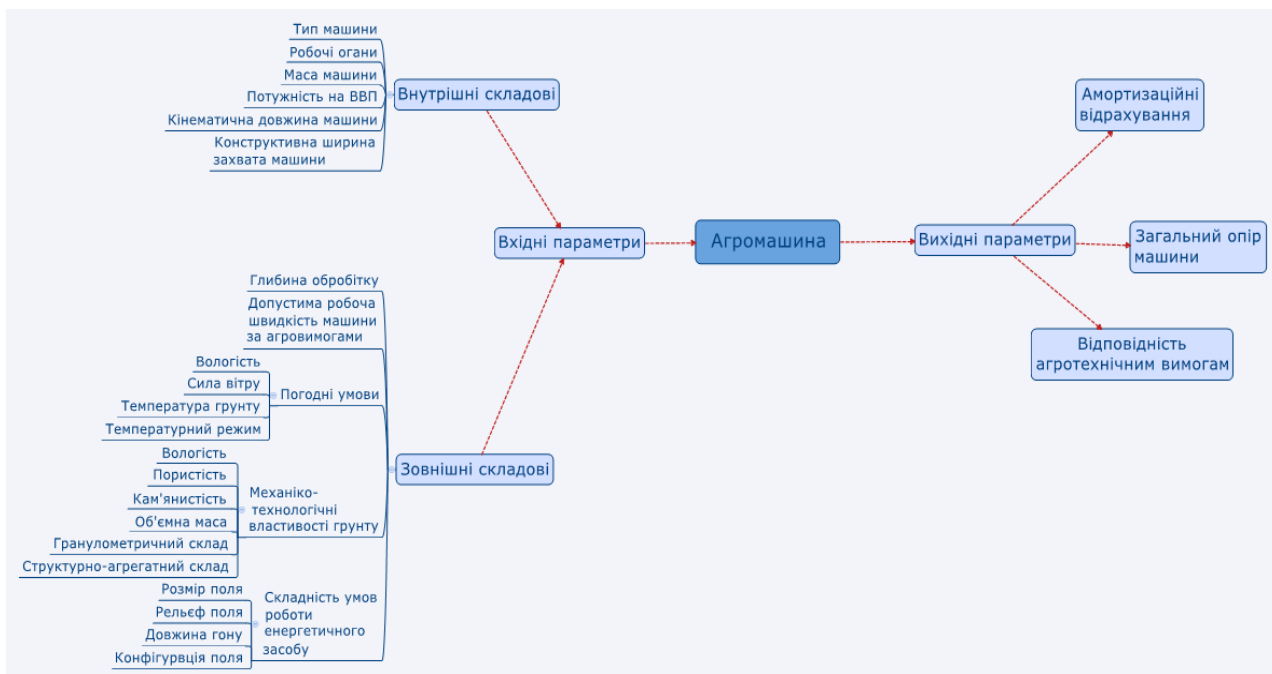


Рис. 3 – Схема дослідження агромашини

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y			
1																												
2	ПТК-9-35	1	1	3,20	10	0,0	2,80	4175	240	1	0	7,5	0,92	0,98														
3	ПНТК-10-35	365	1	3,50	10	0,0	3,00	7702	480	2	0	7,7	0,92	0,98														
4	ПТК-6/7-40	7	1	2,80	9	0,0	1,50	3737	240	1	0	7,0	0,92	0,98														
5	ПНЛ-8-40	2	1	3,20	10	0,0	2,15	4100	240	1	0	7,0	0,92	0,98														
6	ПНН-10-35Д	537	1	3,50	10	0,0	2,80	5628	240	2	0	7,5	0,92	0,98														
7	МФ 720	374	1	2,70	10	0,0	1,60	15000	300	3	0	6,5	0,98	0,98														
8																												
9	Умовні позначення колонок:																											
10	1 - Марка сільськогосподарської машини;																		4 - Максимальна ширина захвату для машин типу 1,2,3,4,9,10,11,12 м;									
11	2 - Шифр сільськогосподарської машини;																		Вантажопідйомність (т) для машин типу 6,7,8;									
12	3 - Тип сільськогосподарської машини																		Продуктивність, т/год, для машин типу 5;									
13	4 - тягово звичайні (4 - ширина захвату; 5 - максимальна швидкість; 6 - потужність=0);																		5 - Максимальна робоча швидкість, км/год. Ширина захвату для машин типу 6, м;									
14	2 - зчіпки (4 - ширина захвату; 5 - максимальна швидкість; 6 - потужність=0);																		Максимальна пропусна здатність для машин типу 11,12 кг/с;									
15	3 - тягово-приводні (4 - ширина захвату; 5 - максимальна швидкість; 6 - потужність ВВП, кВт);																		6 - Потужність на ВВП,кВт(питома потужність для типу машин 9 і 12 кВт/кг*с);									
16	4 - начліпи без робочих органів для ґрунту (4 - ширина захвату; 5 - максимальна швидкість; 6 - потужність ВВП, кВт);																		7 - Експлуатаційна маса, т;									
17	5 - навантажувачі і стаціонарні (4 - продуктивність, т/год; 5 - швидкість=0; 6 - потужність ВВП, кВт);																		8 - Балансова вартість, ум. од.;									
18	6 - причіпи та начліпи розсади доборів (4 - вантажопідйомність, т; 5 - ширина захвату, м; 6 - потужність ВВП, кВт);																		9 - Нормативне річне завантаження, год;									
19	7 - тракторні транспортні машини (4 - вантажопідйомність, т; 5 - максимальна швидкість; 6 - потужність ВВП, кВт);																		10 - Система ТОР (визначає ресурс сільськогосподарської машини до 1-го ремонту									
20	8 - автомобільні причіпи і транспортні машини (4 - вантажопідйомність, т; 5 - максимальна швидкість; 6 - потужність=0);																		1 - стара система; 2 - нова система; 3 - система для іноземної техніки).									
21	9 - жалти і хедери для сатковдних комбайнів (4 - ширина захвату; 5 - максимальна швидкість; 6 - потужність ВВП																		11 - Кількість обслуговуючого персоналу;									
22	на одиницю пропусної здатності, кВт/кг*с); 10 - причіпи комбайнів із змінними живарками і хедерами																		12 - Кінематична довжина машин, м;									
23	(4 - ширина захвату; 5 - максимальна швидкість; 6 - потужність ВВП, кВт); може працювати як тип 3;																		13 - Коефіцієнт надійності машини;									
24	11 - живарки і хедери для причіпних комбайнів типу 10 (4 - ширина захвату; 5 - пропусна здатність, кг/с;																		14 - Коефіцієнт забезпечення агровиомог.									
25	6 - потужність ВВП на одиницю пропусної здатності, кВт/кг*с);																											
26	12 - причіпні комбайни з пропусною здатністю із постійними хедерами (4 - ширина захвату; 5 - пропусна здатність, кг/с;																											
27	6 - потужність ВВП на одиницю пропусної здатності, кВт/кг*с);																											
28	13 - засоби і інструменти для ручних робіт (4 - продуктивність, т/год);																											

Рис. 4 – Загальний вигляд бази даних по агромашинам



Рис. 5 – Схема формування досліджень машинного агрегату

Вихідні параметри: потужність на тягу, потужність на буксування, фактична швидкість агрегату, потужність на перекочування, коефіцієнт використання потужності, коефіцієнт відповідності агротехнічним вимогам.

Для отримання економічних показників необхідно мати додаткову інформацію. З цією метою методика доповнена наступними довідковими даними: оплата праці, довідник цін, вартість послуг, погодинні тарифні ставки, швидкості руху та витрати палива на переїздах, клас ґрунтів за питомим опором та інші (рис. 6).

Вирощування агрокультур супроводжується певними технологічними операціями. В свою чергу робота кожної окремої механізованої технологічної операції якісно забезпечується машинним агрегатом.

Слід зауважити, що кожний машинний агрегат, за умовами роботи, має свої як технологічні так і технічні показники. Наприклад, на експлуатаційно-економічні показники роботи орного агрегату істотно буде впливати фізико-механічний склад ґрунту, натомість при збиранні на показники комбайна

істотний вплив буде мати механіко-технологічні властивості культури. Враховуючи цей факт розроблено декілька підходів для визначення показників роботи машинних агрегатів. В методиці ці групи машин розбиті на категорії: орний агрегат, протий агрегат, багатомашинний агрегат, самохідний збиральний агрегат, причіпний збиральний агрегат, автомобілі.

За результатами проведених досліджень отримуємо результат, який поділяється на дві складові: експлуатаційно-економічні показники та показники якості роботи машинного агрегату на механізованій технологічній операції. Кожен результат включає технічні та технологічні показники, обумовлені конструктивними особливостями машин, технологічними вимогами та умовами роботи машинного агрегату (рис. 7 та 8). На основі відповідних даних формується результат досліджень за відповідними показниками.

При розрахунку будь-якого агрегату вікно умовно поділяється на три частини: перша – вхідні данні (рис. 9), експлуатаційно-економічні показники розрахунків (рис. 10) та показники якості (рис. 11).

**1. Структурні підрозділи підприємства**

Найменування	Скорочено	Курс долара	27
Сумський НАУ	СНАУ		

**2. Оплата праці: тарифна сітка**

мінімальна заробітна плата:	1218	грн.
рiчний фонд робочого часу:	2011	год
місячна норма робочих годин:	168	год

**3. Довідник цін**

вантажи	для легкових та спеціальних		
важ. клас	до 10 т	від 10 т	
Планова собівартість автопарку	Т-км	км	год
СНАУ	0.96	1.19	21.21

**4. Базові планові показники**

Планова собівартість 1 ум.т.га (без прямої оплати праці і ПММ)	з плановими
СНАУ	32.51

**Клас ґрунтів за питомим опором, кН/м<sup>2</sup>:**

1 - (27..34)	
2 - (35..39)	
3 - (40..48)	
4 - (49..55)	
5 - (56..62)	
6 - (63..67)	
7 - (68..75)	
8 - (76..82)	
9 - (83..90)	

**Коефіцієнти співвідношення між категоріями**

Категорія працівників	Розряд роботи						Коефіцієнти співвідношення між категоріями
	1	2	3	4	5	6	
Мікрозради коефіцієнти	1.00	1.09	1.20	1.35	1.55	1.80	X
Трактористи-машинисти	65.63	71.54	78.76	88.60	101.73	118.13	1.29
На ручних роботах у тваринництві	59.02	64.33	70.82	79.67	91.48	106.23	1.16
На ручних роботах у рослинництві	50.88	55.46	61.05	68.68	78.86	91.58	1.00
На ремонтних роботах	53.93	58.78	64.71	72.80	83.59	97.07	1.06
На верстатних роботах	60.54	65.99	72.65	81.73	93.84	108.98	1.19
На ремонтно-будівельних роботах	63.60	69.32	76.31	85.85	98.57	114.47	1.25

Рис. 6 – Загальний вигляд бази даних з довідковою інформацією



Рис. 7 – Схема формування результату досліджень машинного агрегату за експлуатаційно-економічними показниками

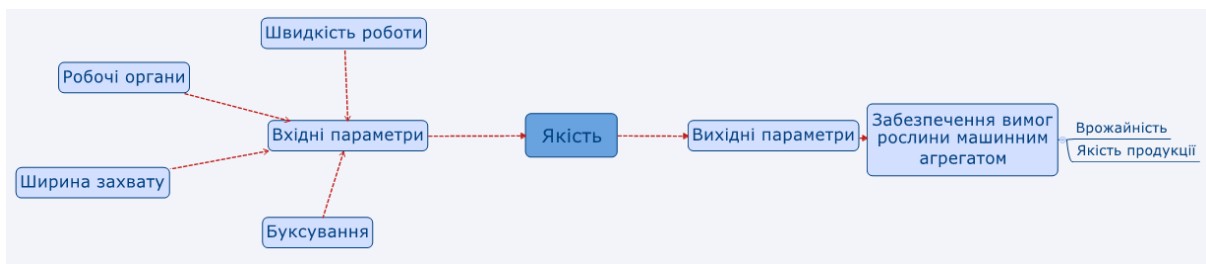


Рис. 8 – Схема формування досліджень машинного агрегату за показником якості

**Склад орного машинного агрегату**

Енергетичний засіб	Тип	Рдоп	N	q	G	C	t	Кп	Кн	Кя				
ХТЗ-150-05	206	1	37.0	129	220	8.15	52000	2000	2	1.85	0.80	1.00	Трактор гусеничний клас 3 ХТЗ-150-05-09	
Агромашинна	Тип	B	V		G	C	t		n	Кд	Кн	Кя		
ПЛН-5-35	4	1	1.80	7	0.0	0.90	1700	240	1	0	4.2	0.98	0.93	Плуг лемішний 5-корпусний

**Вхідні дані**

Фон поверхні ґрунту	3	Спосіб руху агрегату	1
Питомий опір ґрунту, кН/м <sup>2</sup>	7	Віддалі від парку до поля, км	1
Умови роботи машинного агрегату	3		
Рельєф, %	3		
Глибина обробки ґрунту, см	25		
Довжина гонів, м	1200		

Рис. 9 – Загальний вигляд вікна з відображенням вхідних даних

Результати розрахунків					
Енергетичний засіб		Агромашина		Машинний агрегат	
Коефіцієнт опору руху	0.066	Коефіцієнт опору руху	0.076	Коефіцієнт використання тягового зусилля	0.69
Коефіцієнт зчеплення ведучого апарату	1.019	Сила опору переключення, кН	0.97	Коефіцієнт RO	0.42
Діюча сила тяги, кН	56.39	Сила опору підйому, кН	0.27	Буксування, %	2.45
Сила зчеплення, кН	80.55	Сила опору виконання процесу, кН	33.18	Фактична швидкість агрегату, км/год	6.83
Сила опору переключення, кН	5.34	Загальний опір агрегату, кН	33.52	Потужність на переключення, кВт	10.13
Сила опору підйому, кН	2.45			Потужність на підйом, кВт	4.64
Рухлива сила, кН	48.58			Потужність на буксування, кВт	2.69
				Потужність на тягу, кВт	63.58
				Ефективна потужність, кВт	102.97
				Коефіцієнт використання потужності	0.80
Кінематика машинного агрегату		Баланс часу зміни		Техніко-економічні показники	
Радіус повороту агрегата, м	2.88	Час зміни, год	7.00	Продуктивність агрегату, га/год	0.90
Довжина візду агрегата, м	5.85	Час на переїзду до поля, год	0.11	Затрати праці, люд-год/га	1.11
Ширина поворотної смуги, м	10.17	Час, витрачений на ТО енергомашини, год	0.40	Витрата палива, кг/га	25.25
Робоча довжина гону, м	1179.68	Час, витрачений на ТО агромашини, год	0.04	Вартість палива, грн/га	478.28
Довжина холостого ходу, м	15.24	Втрати часу на повороти, год	0.19	Вартість оливи, грн/га	10.11
Ширина захвату агрегата, м	1.98	Час на фізіологічні потреби, год	0.90	Оплата праці, грн/га	126.97
		Основний час, год	4.65	Амортизація, грн/га	149.32
				Витрати на ТО, грн/га	160.73
Коефіцієнт робочих ходів	0.84	Коефіцієнт використання часу зміни	0.66	Прямі експлуатаційні затрати, грн/га	925.41
Зведені показники агрегату		Енергозасіб		Надійність	
Склад МА	Продуктивність, га/год	Затрати праці, люд-год/га	Витрата палива, кг/га	Прямі експлуатаційні затрати	
ХТЗ-150-05	0.90	1.11	25.25	925.41	
ПЛН-5-35					
		Агромашина		Агромашина	
		Час роботи машини на рік, год	1600	Час роботи машини на рік, год	235
		Час на відновлення в рік, год	400	Час на відновлення в рік, год	5
		Кількість відмов на рік	1.33	Кількість відмов на рік	2
		Наробіток на вимову, год	15	Наробіток на вимову, год	150
		Періодичність проведення ТО, год	14	Періодичність проведення ТО, год	147

Рис. 10 – Загальний вигляд вікна з відображенням результатів розрахунку – експлуатаційно-економічні показники

Коефіцієнт якості (відповідність агротехнічним вимогам) машинного агрегату			
Енергозасіб	0.86	Агромашини	0.3116

Рис. 11 – Загальний вигляд вікна з відображенням результатів розрахунку – показник якості виконання механізованої технологічної операції машинним агрегатом

**Висновки.** Розроблена методика дозволяє виконати глибокий аналіз експлуатаційно-економічних та якісних показників використання машинного агрегату в будь-яких природно-кліматичних умовах як для існуючих так і проєктованих агрегатів.

зників використання машинного агрегату в будь-яких природно-кліматичних умовах як для існуючих так і проєктованих агрегатів.

#### Список використаної літератури.

1. Орманджи К. С. Контроль качества полевых работ. / К.С. Орманджи / Справочник. –М.: Росагропромиздат, 1991. – 191 с.
2. Оптимізація комплексів машин і структури машинного парку та планування технічного сервісу : навчальний посібник / [І. І. Мельник, В. Д. Гречкосій, В. В. Марченко та ін.]. – К. : ВВЦ НАУ, 2004.– 151с.
3. Погорельий Л. В. Применение методов системного анализа при испытаниях сельскохозяйственной техники / Л. В. Погорельий, В. В. Брей // Обзорная информация ЦНИИТЭИ В/О "Сельхозтехника". – М. : ЦНИИТЭИ В/О "Сельхозтехника", 1976. – 68 с.
4. Натанзон І. Й. Комплектування машинно-тракторного парку колгоспів і радгоспів різних зон УРСР. / Натанзон І. Й. – К. : Вид-во Укр. акад. с.г. наук, 1961. – 104с.
5. Губко В. Р. Питання методики і результати розрахунків машинно-тракторного парку на ЕОМ / В. Р. Губко, Е. А. Фінн, Л. М. Козакова ; голов. ред. В. С. Крамаров // Застосування математичних методів у дослідженнях складних процесів сільськогосподарського виробництва. – К. : Урожай, 1972. – С. 10–17.
6. Губко В. Р. Определение состава машинно-тракторного парка для хозяйств основных зон Украинской ССР / Губко В. Р., Фінн Э. А., Варшавский М. Л. – К. : УкрНИИТИ, 1972. – 44с.
7. Диденко Н. К. Обоснование состава комплексов машин для растениеводства / Н. К. Диденко, В. Д. Гречкосей, И. И. Мельник // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1980.– № 9. – С. 4–5.

**Zubko V.M.**, Sumy National Agrarian University (Ukraine)  
**Khvorost T.V.**, Sumy National Agrarian University (Ukraine)  
**Sokolik S.P.**, Sumy National Agrarian University (Ukraine)

**Substantiation of methods of collection and analysis of digital data for evaluation of machine aggregate operation in Microsoft Office Excel**

Current research shows that the potential of land and varieties of crops (except GMOs, which are now banned in Europe) has actually been exhausted. Therefore, today the main way to increase the yield is to meet the needs of the plants due to the quality of technological operations. The quality of the technological operation is up to 30% of the future harvest. The quality of each technological operation shapes the overall quality and influences the final result - the quality, quantity and cost of production. A badly executed technological operation cannot be re-performed or offset by a qualitative performance of a subsequent technological operation.

Modern information technology methods can significantly simplify and reduce the cost of evaluating the performance of machine aggregates. Crucial in this situation is the tool by which data is obtained for processing, analysis and decision making. It is a technique that was used to obtain information. The result of the calculation obtained in the laboratory must be consistent with the results of the observation of the terms in the production conditions. To do this, we have developed a mathematical model and a computer program "Machine aggregate", whose algorithm is written in Microsoft Office Excel. This program is being field-tested with LCMZ and Elvorty. The basic condition of the calculations should be a reliable database.df

The input parameters of the computer program "Machine aggregate" are design parameters of tractors and machines as well as agroclimatic and physical-mechanical conditions of their work. The main output parameters of the program implementation are the results of machine aggregates work such as cost and quality of work.

The developed technique allows to perform a deep analysis of the operational-economic and quality indicators of use of machine aggregate in any the natural and climatic conditions for both existing and projected aggregates.

**Key words:** machine aggregate, technological operation, operational and economic indicators, quality indicators, tractor.

Дата надходження до редакції: 28.11.2020