

**ОБҐРУНТУВАННЯ ПОТРЕБИ ПАРКУ МАШИН ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОВИХ  
І ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР У СТРУКТУРНИХ ПІДРОЗДІЛАХ ДПТНЗ З ПЛОЩЕЮ 300–500 ГЕКТАРІВ**

**Зубко Владислав Миколайович**

доктор технічних наук, професор  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
ORCID: 0000-0002-2426-2772  
vladyslav.zubko@snau.edu.ua

**Хворост Тетяна В'ячеславівна**

кандидат економічних наук, доцент  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
ORCID: 0000-0002-8863-8126  
tetiana.khvorost@snau.edu.ua

**Мельник Валентина Іванівна**

кандидат економічних наук, доцент  
Національний університет біоресурсів та природокористування України, м. Київ, Україна  
ORCID: 0009-0008-0269-2326  
vim2607@gmail.com

**Омельченко Євгеній Михайлович**

PhD студент  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
ORCID: 0009-0009-2710-9579  
evgeniy.mh.omelchenko@gmail.com

**Коваленко Юрій Сергійович**

PhD студент  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
ORCID: 0000-0003-1248-6311  
yuriy.kovalenko1981@gmail.com

**Тесленко Олена Володимирівна**

PhD студент  
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна  
ORCID: 0009-0001-3177-9462  
olena.vl.teslenko@gmail.com

*У статті підняте питання проблем сучасної професійної освіти України та пошуку методів до інтеграції у загальноєвропейський простір навчання. Торкнулися питань необхідності професійно-технічної освіти задовольнити вимоги роботодавців у висококваліфікованих трудових ресурсів, які повинні оволодіти виробничим процесом вже під час навчання. Одним з компонентів європейської інтеграції є успішне надання здобувачам освіти професійно-практичної (виробничої) підготовки. З метою підвищення надання державними професійно-технічними навчальними закладами (ДПТНЗ) якісної виробничої підготовки, забезпечення навчального процесу та виробничої діяльності закладів був обґрунтований кількісний склад оптимального парку машин для потреб у вирощуванні зернових і зернобобових культур у структурних підрозділах ДПТНЗ, з площею від 300 до 500 гектарів. Сучасні аграрні технології вимагають від науковців та інженерів інноваційних рішень, які б забезпечували ефективне використання аграрної техніки, ще на етапі планування. Аналіз останніх досліджень та публікацій показує, що з такими дієвими інструментами, як математичне моделювання визначення конструктивних, експлуатаційних показників та лінійного, цілочислового комп'ютерного програмування дозволяють обґрунтувати та вирішити поставлені задачі. У статті наведено алгоритм визначення затрат енергії, коштів, праці, кількості машинних агрегатів, які необхідно мати для забезпечення технологічного процесу для виконання механізованих технологічних операцій. Проведений розрахунок технологічних показників машинно-тракторного агрегату та вартісний компонент, який задовольняє проведення робіт із мінімальними затратами та з дотриманням агротехнічних строків. Наведені розрахунки показників енергетичних засобів з конкретизацією причіпних робочих машин, приведені орієнтовні показники ефективного використання обраних енергетичних засобів, такі, як продуктивність (га/год), витрати праці (люд/год) та витрати палива (кг/га). Застосування отриманих розрахунків забезпечує*

ще на етапі планування, отримати прогнозне розуміння ефективності застосування машинно-тракторного парку господарства. За рахунок ефективного функціонування навчальної підготовки та виробничої діяльності у закладах професійно-технічної підготовки можливо досягнути високого рівня врожайності на основі автоматизації та механізації, зокрема за допомогою використання високопродуктивного обладнання, а також якісного обслуговування та ремонту, що тільки підтвердить надані нижче розрахунки.

**Ключові слова:** професійно-технічна освіта, професійно-практична підготовка, машинно-тракторний парк, агротроп, енергетичні засоби, показники ефективності, трактор, ефективність, якість, механізація, precision agricultural.

DOI <https://doi.org/10.32782/msnau.2023.3.7>

**Вступ.** В умовах економічної нестабільності України та жорстких реалій сьогодення, країні необхідні висококваліфіковані спеціалісти, які володіють широким спектром знань та навичок. Перспективи розвитку України передбачають підготовку спеціалістів нового рівня, з інноваційним мисленням та орієнтацією на вдосконалення виробничого процесу, який здатен задовольнити потреби сучасного роботодавця в умовах інтенсивного розвитку науки та техніки у світі. Важливу роль в організації професійної підготовки здобувача освіти відіграє практична підготовка. В умовах проходження практики відбувається розкриття і розвиток творчого потенціалу, професійної спрямованості та самостійності, лідерського потенціалу, мотивації майбутнього фахівця, формування soft skills.

Як вважає наукова спільнота, підготовка робітничих кадрів високої кваліфікації можлива лише за умов виробничого процесу, коли опанування окремих технологічних операцій чергується з безпосереднім виконанням робіт інтегрованого плану (Kharabet V.V., 2002).

Аналізом процесу організації виробничої практики займалися В. Багрій, Н. Загряжина, Ю. Земліна, К. Михасюк, М. Пальчук, Т. Попова, Н. Котенко, А. Слюта, Н. Хмілярчук, Л. Тархан та інші. Особливості, властиві процесу виробничої практики майбутніх спеціалістів під час професійного навчання у нинішніх умовах, необхідно постійно досліджувати (Макоhin O. & Якутович T., 2019). Процеси системних досліджень з проблем поєднання професійної підготовки здобувачів освіти у професійно-технічних училищах та виробництві в нашій країні вже давно почались.

Для становлення учня, як фахівця та кінцевого процесу навчання потрібен безпосередній зв'язок теоретичного навчання і виробничої практики. Тому так необхідно створювати умови для підвищення якості професійно-практичної підготовки здобувачів освіти всіх рівнів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Сучасне агро використовує велику кількість енергії з відновлювальних та невідновлювальних джерел: виробництво засобів механізації, її експлуатація при вирощуванні та переробці продукції рослинництва та тваринництва, затрати енергії при виробництві засобів захисту рослин (ЗЗР), насіння та багато іншого.

Як відомо, сучасна аграрна промисловість витрачає близько 25–40%, а інколи і більше, енергії від загального балансу, який використовує людина. У сучасній науковій літературі сформований на основі експериментальних досліджень і на основі виробничого досвіду розвиток культур на різних етапах землеробства з особливим акцентом на максимальну реалізацію потенціалу насінневого матеріалу, в тому числі за рахунок створення

оптимальних умови для росту. На формування кількісних і якісних показників врожаю вирішальний вплив має те, чи зможе людина досягти прогресу та чи характеристики навколишнього середовища дозволять створити оптимальні умови для максимального накопичення потенціалу насінневим матеріалом (Zubko V.M., 2022).

Якість кожної операції процесу становить загальну якість процесу і впливає на кінцевий результат – якість, кількість і вартість продукту (Pastukhov V.I., 2001).

Неякісне виконання механізованих технічних операцій неможливо переробити, а також компенсувати та якістю виконання наступних технічних операцій (Pastukhov V.I., 2001). Сучасні дослідження, проведені компанією Horsch, показують, що сьогодні потенціал землі та сортів (за винятком генетично модифікованих сортів, які зараз заборонені в Європі) вичерпано з точки зору росту врожаю, і сьогодні ми повинні забезпечити якість рослини шляхом забезпечення попиту – необхідне виконання технічних операцій з огляду на це, при формуванні потреб аграрного виробництва намічається та розробляється стратегія розвитку техніки.

Проведеним дослідженням Шепеля І.В. (Shepel I.V., 2018) було визначено, що від організаційно-технологічної системи експлуатації машинно-тракторного парку (МТП) значно залежить організація обрахунку витрат на його експлуатацію та утримання (Shepel I.V., 2018).

Планування польових робіт має особливе значення для ефективної аграрної діяльності. Ця проблема розглядалася в статті Тоба А.Л. та інших (Toba A.L. et al., 2020). Були розроблені окремі алгоритми, в основі яких лежить моделювання дискретних подій та комп'ютерного програмування. Достовірність моделі була перевірена методом порівняння продуктивності з результатами експерименту, отриманих з обладнання.

Серед великої множини факторів, що впливають на стан складної динамічної системи, що обґрунтовує поставлену задачу, основою є склад машино-тракторних агрегатів, які забезпечують виконання технологічної операції, у відповідних умовах роботи, у відповідності до агротехнічних строків виконання операцій, обсягів робіт на кожній із операцій, площі виробництва аграрних культур. Затрати енергії, коштів, праці та ін. на виконання механізованої технологічної операції визначається (Melnyk I.I. et al., 2007):

$$R_j^0 = \frac{r_{ij} \cdot \Theta_j}{W_{ij}}, \quad (1)$$

де  $R_j^0$  – затрати на обсяг робіт на  $j$  операції;  $r_{ij}$  – годинні витрати при роботі на  $j$  операції  $i$  агрегату;  $W_{ij}$  – годинна продуктивність на  $j$  операції  $i$  агрегату, га ( $m$ ,  $ткм$ );  $\Theta_j$  – обсяг робіт на  $j$  операції, га ( $m$ ,  $т \cdot км$ ).

Обсяг робіт  $j$  операції:

$$\Theta_j = S_k \cdot k_j, \quad (2)$$

де  $S_k$  – площа вирощування аграрної культури, га;  $k_j$  – коефіцієнт обсягу робіт на одиниці  $S$ .

Коефіцієнт  $k_j$  дорівнює для наступних операцій:

– для механізованих технологічних:

$$k_j = \gamma_j; \quad (3)$$

– для розвантажувально-навантажувальних:

$$k_j = \gamma_j \cdot H; \quad (4)$$

– для транспортних:

$$k_j = \gamma_j \cdot H \cdot L; \quad (5)$$

де  $\gamma_j$  – коефіцієнт, що враховує кратність виконання  $j$  операції;  $H$  – норма внесення, врожайність та інші норми продукції, які транспортуються або збираються залежно від операції, т/га;  $L$  – відстань перевезення вантажу, км.

Кількість машинних агрегатів, які необхідно мати для забезпечення технологічного процесу дорівнює:

$$x_{ij}^c = \text{int} \left( \frac{S_k \cdot k^c}{d_j^c \cdot W_{ij}^c \cdot T_{3M} \cdot k_{3M}} + 1 \right), \quad (6)$$

де  $x_{ij}^o, x_{ij}^a, x_{ij}^c$  – кількість агрегатів, необхідних для виконання відповідно основної, допоміжної та суміжної операції;  $S_k$  – площа вирощування культури;  $k^o, k^a, k^c$  – кратність виконання відповідних операцій;  $d_{доп}^c$  – допустима за агротехнічними вимогами тривалість виконання заданого циклу робіт;  $d_j^o, d_j^a, d_j^c$  – тривалість виконання відповідних операцій;  $W_{ij}^o, W_{ij}^a, W_{ij}^c$  – продуктивність агрегатів відповідно на основній, допоміжній і суміжній операціях;  $\omega_j^o, \omega_j^a, \omega_j^c$  – годинний обсяг робіт на відповідних операціях;  $T_{3M}$  – тривалість зміни;  $k_{3M}$  – коефіцієнт змінності.

Цільова функція моделі оптимізації цілісних математичних моделей, представляється структурою комплексів машин, і може бути записана наступним чином:

$$F = f(A(d_i^o)) \rightarrow \text{opt } Kr^e, \quad (7)$$

де  $Kr^e$  – критерій ефективності;  $A(d_i^o)$  – динамічний стан системи (агрегати – строки робіт).

Математична модель розрахунку експлуатаційних показників машинних агрегатів (МА), базується на ДСТУ 4397:2005 «Сільськогосподарська техніка. Методи економічного оцінювання техніки на етапі випробування» (DSTU4397:2005, 2005) обґрунтовує основні техніко-експлуатаційні показники експлуатації МА, дає можливість безпосередньо на етапі планування проведення робіт МА отримати прогностичні показники ефективності використання машинно-тракторного парку (МТП) підприємства (Kudrynetskyi R.V. et al., 2022).

У загальному випадку представлена математичну модель обґрунтування техніко-експлуатаційних показників МА при вирощуванні агрокультур у загальному вигляді можна представити наступним чином (Kudrynetskyi R.V. et al., 2022):

$$E_n = f(Z_a, Z_{пмм}, Z_{опт}, Z_{рмо}, Z_c, Z_k, Z_{зб}) \quad (8)$$

де  $Z_a$  – витрати на амортизаційні відрахування;  $Z_{пмм}$  – витрати на паливо мастильні матеріали;  $Z_{опт}$  – витрати на оплату праці;  $Z_{рмо}$  – витрати на ремонт і технічне

обслуговування;  $Z_c$  – витрати на страхування;  $Z_k$  – витрати на погашення кредитів;  $Z_{зб}$  – витрати на зберігання.

Головні фактори, які впливають на стан складної динамічної системи, наступні: склад МА, які необхідні для виконання технологічної операції, умови роботи МА, агростроки на виконання операцій, площі вирощування агрокультур, а також обсяги робіт на виконання кожної з операції (Kudrynetskyi R.V. et al., 2022).

Автори Samarena E.A. та інші (Samarena E.A. et al., 2004) описують алгоритм і методику вирішення задачі оптимізації, розроблені для підбору аграрної техніки для декількох господарств. В електронних таблицях містяться змішане цілочислове лінійне програмування, пов'язане з кількома базами даних.

Підвищити ефективність і зменшити вплив на навколишнє середовище впливає запровадження в аграрне виробництво розумних машин з автономними транспортними засобами. Потенційний прогрес забезпечують інноваційні сенсорні та активні технології з поліпшеними комунікаційними технологіями. Використання інженерних досягнень, у повному обсязі, передбачає перегляду циклу управління аграрною технікою (Samarena E.A. et al., 2004).

Метою дослідження Аулін В.В. та інші (Aulin V.V. et al., 2022) є транспортні машини зі збільшенням використання в агропромисловому виробництві (АПВ). В основі лежить структурна та імітаційна модель узгодження техніко-експлуатаційних та конструктивних параметрів транспортних засобів, з умовами функціонування.

За результатами досліджень запропоновано підійти до узгодження техніко-експлуатаційних особливостей транспортних засобів з умовами функціонування, який базується на структурній та імітаційній моделях аналізованих систем «транспортна машина-умови її функціонування». Структура імітаційної моделі встановлюється структурою дійсної транспортної машини з її експлуатаційними особливостями (Aulin V.V. et al., 2022): векторами вхідних впливів  $\bar{X} = \{x_1, x_2 \dots x_{n-1}, x_n\}$  та вхідних показників  $\bar{Y} = \{y_1, y_2 \dots y_{n-1}, y_n\}$

Методика, яка запропонована, погоджує характеристики транспортних засобів з умовами їх функціонування у агровиробництві на основі коефіцієнта узгодженості з питомої затрати палива, що ґрунтується на системному та імітаційному підходах з врахуванням їх конструктивних характеристик та особливостей процесів, що здійснюються у транспортних машин. (Aulin V.V. et al., 2022).

Сучасна підготовка інженера для аграрного виробництва включає не лише теоретичну підготовку, а і отримання практичних навичок. Практичні навички можуть здобуватись і за ступеневою освітою – учень державного професійно-технічного навчального закладу – студент коледжу – студент закладу вищої освіти. Відповідно якісна практична підготовка на етапі формування фахівця в закладах державного професійно-технічного освіти має суттєве значення і питання формування матеріальної бази – є пріоритетним напрямом розвитку закладу освіти.

**Постановка завдання.** Обґрунтування машинного парку для забезпечення навчального процесу та виробничої діяльності закладів Державної професійно-технічної

освіти з урахуванням завантаження парку машин в оптимальні агростроки з забезпеченням показників якості для кожної механізованої технологічної операції.

#### **Матеріали і методи дослідження.**

Однією з основних освітніх компонент при підготовці фахівців за спеціальністю 208 Агроінженерія полягає у визначенні для кожного окремого господарства (обсягу вирощування) або машинної станції мінімальної, водночас достатньої кількості машин і агрегатів та машинного парку в цілому, яка здатна забезпечить найефективнішу його експлуатацію.

Комплекс машин являється перехідною системою, або в ієрархічній структурі системи землеробства – є підсистемою. Обґрунтування комплексів машин насамперед залежить від агротехнічних вимог операційних технологій та встановлених сівозміною системи механізованих технологічних операцій.

В статті розглядається розрахунок машинно-тракторного парку для державних професійно-технічних закладів освіти з площею 300 та 500 гектарів. Запропоновано пріоритетне направлення в створенні машинно-тракторного парку з метою технічного забезпечення технологій вирощування зернових та зернобобових агрокультур.

Економіко-математична модель та основи обґрунтування комплексу машин містить у собі функцію мети, або критерій оптимізації, і обмеження, обумовлені умовами задачі. Можливі наступні обмеження (Melnyk I.I., 2004):

- виконання річного обсягу робіт в оптимальний термін відповідно до агротехнічних, зоотехнічних та інших вимог;
- кількість використовуваних машин не повинне перевищувати їхнього загального числа;
- чисельність механізаторів повинна бути точно визначеною.

Основними критеріями, що впливають на вибір і потребу у техніці для вирощування агрокультур у навчально-дослідних агропідприємствах ДПТНЗ є:

- перелік агрокультур і структура сівозміни;
- технологія вирощування агрокультур;
- терміни виконання технологічних операцій.

Найменш енерго і трудозатратними технологіями можуть бути сівозміни, побудованими на вирощуванні зернових і зернобобових агрокультурах з відповідною структурою посівних площ та їх чергуванням. Це спрощує процес управління парком машин, економить матеріальні, трудові й тимчасові ресурси. Вирощування зернових також дає змогу дещо зменшити навантаження на техніку, проводячи сівбу озимих агрокультур восени. На відміну від вирощування овочів і фруктів, для яких потрібно створювати «тепличі умови». До таких культур відносяться: озима пшениця, жито, ячмінь, соя, овес. Водночас для вирощування зернових та зернобобових культур може бути використаний однорідний парк машин. Вирощування технічних агрокультур потребує значних фінансових і енергозатрат.

**Технологія вирощування агрокультур.** Вирощування та збирання зернових та зернобобових агрокультур у навчально-дослідних агропідприємствах повинні

базуватись на «спрощеній» технології їх вирощування, яка включає проведення основного обробітку ґрунту (дискування, оранка), передпосівного обробітку (культивуація) та сівби, догляду за посівами (підживлення рослин, обприскування проти бур'янів, шкідників та хвороб) та збирання. Кожний окремих структурний підрозділ має враховувати свої технологічні особливості вирощування агрокультур.

Підготовка фахівця сучасності базується на отриманні базових знань та вмінь щодо створення, реалізації та контролю якості технології виробництва продукції рослинництва. Саме відпрацьований робочий алгоритм реалізації технології забезпечує підготовку та швидку адаптацію фахівця на виробництві.

**Терміни виконання технологічних операцій.** Дослідженням було встановлено, що зниження урожайності відбувається при недотриманні агровимог до технологічних операцій і термінів їх проведення. Стосовно важливості агростроків свідчить Постанова Кабінету Міністрів України від 12 липня 2004 р. № 885 «Про затвердження методики обчислення вартості машино-дня та збитків від простою машин». Саме цей показник має істотний вплив на кількісний склад парку машин для рослинництва.

Оранка на зяб може проводитись до 15 днів.

Дискування проводять протягом 2–3 днів

Передпосівна культивуація – 2 доби у межах одного поля або визначеної ділянки для визначеної культури

Сівба – 2 доби у межах одного поля або визначеної ділянки для визначеної культури

Догляд за посівами рослин – до 2 днів в межах одного поля або визначеної ділянки для визначеної культури

Відповідно до поставленого завдання проведений розрахунок технічного забезпечення технологій вирощування зернових та зернобобових агрокультур. обґрунтування отримання з використанням програма «Механізовані агротехнології. Якість та ефективність» за авторством проф. Івана Мельника та проф. Владислава Зубка (редакція 2023 року) (Рис. 1), (табл. 1).

За результатами проведених розрахунків отримані технічні характеристики та кількісні показники машин для забезпечення обсягу вирощування зернових та зернобобових культур (таблиця 2–10).

В таблицях представлено результати без вказання конкретних брендів машин, водночас вказані основні технічні характеристики машин, які можуть бути змінені у відповідності до конструктивних особливостей.

Для кожної окремої операції у технологічному процесі вирощування та збирання зернових та зернобобових агрокультур необхідні причепні машинні засоби з наступними показниками:

Використання кожного машинного агрегату характеризується техніко-економічними показниками, які наведено в таблиці 11.

У відповідності до проведених розрахунків маємо обґрунтований склад комплексу машин для підсобних господарств з банком землі 300 та 500 га для вирощування зернових та зернобобових культур відповідно з врахуванням агростроків, якості та максимальним завантаженням машинних агрегатів (таблиця 12).

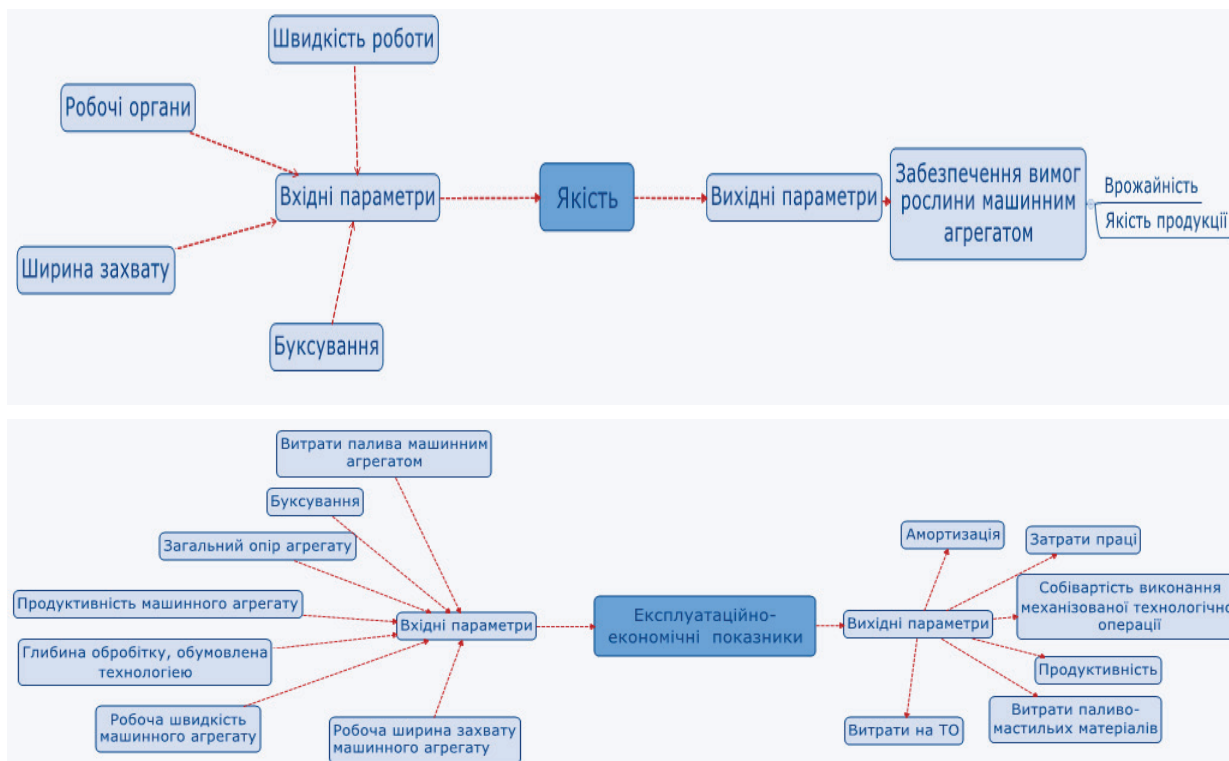


Рис. 1 Алгоритм програми «Механізовані агротехнології. Якість та ефективність»

Таблиця 1

Вихідні для проведення розрахунку

| Вхідні дані                                | Вид технологічної операції |         |                              |                              |                   |                 |
|--|----------------------------|---------|------------------------------|------------------------------|-------------------|-----------------|
|  | Дискування                 | Оранка  | Передпосівна культивування   | Сівба                        | Догляд за посівом | Збирання урожаю |
| Фон поверхні ґрунту                        | Стерня                     | Стерня  | Поле, підготовлено під посів | Поле, підготовлено під посів | Засіяне поле      | Засіяне поле    |
| Твердість ґрунту, кПа (кН/м <sup>2</sup> ) | 55                         | 55      | 55                           | 55                           | 55                | 55              |
| Умови роботи машинного агрегату            | середні                    | середні | середні                      | середні                      | середні           | середні         |
| Рельєф, %                                  | 1                          | 1       | 1                            | 1                            | 1                 | 1               |
| Глибина обробітку ґрунту, см               | 14                         | 25      | 4                            | 4                            | –                 | 4               |
| Довжина гонів, м                           | 800                        | 800     | 800                          | 800                          | 800               | 800             |
| Віддал від парку до поля, км               | 1                          | 1       | 1                            | 1                            | 1                 | 1               |

Таблиця 2

Показники енергетичного засобу для дискування, оранки, передпосівної культивування, сівби та догляду за посівними рослинами

|                         |            |
|-------------------------|------------|
| Потужність двигуна, кВт | 120–140    |
| Вага, т                 | 6,3–7,0    |
| Задні шини              | 650/65 R38 |
| Передні шини            | 540/65 R28 |
| Довжина, м              | 4,6–5,2    |
| Транспортна ширина, м   | 2,3–2,8    |
| Транспортна висота, м   | 3,0–3,5    |
| Передача                | 54/27      |

Таблиця 3

Показники енергетичного засобу (комбайн) для збирання врожаю

|                           |      |
|---------------------------|------|
| Потужність двигуна, кВт   | 115  |
| Вага, т                   | 7–8  |
| Пропускна здатність, кг/с | 10   |
| Об'єм бункера, л          | 3600 |

Таблиця 4

**Дискування – дискова борона**

|                                 |             |
|---------------------------------|-------------|
| Робоча ширина захвату, м        | 2,8–3,3     |
| Вага, т                         | 1,6–2,6     |
| Діаметр дисків, см              | 45–56       |
| Кут атаки дисків, о             | 17          |
| Потреба в тяговому зусиллі, кВт | 65–90       |
| Навіска                         | 3-х точкова |

Таблиця 5

**Оранка – плуг**

|                            |         |
|----------------------------|---------|
| Робоча ширина корпусу, см  | 30–50   |
| Кількість корпусів         | 4       |
| Вага, т                    | 0,8–1,2 |
| Необхідна потужність, кВт  | до 120  |
| Відстань між корпусами, см | 90      |

Таблиця 6

**Передпосівна культивация – культиватор**

|                           |  |
|---------------------------|--|
| Робоча ширина, м          | 3,8–4,2                                |
| Вага, т                   | 1,0–1,7                                |
| Необхідна потужність, кВт | до 120                                 |
| Глибина обробітки, см     | 2–12                                   |
| Тип зчіпки                | навіска, кат. III / петля 40, 51 / K80 |
| Розміри транспортних шин  | 15 / 55 – 17, 500 / 50 – 17            |

Таблиця 7

**Сівба – сівалка**

|                                    |           |
|------------------------------------|-----------|
| Робоча ширина, м                   | 4         |
| Об'єм бункера для насіння, л       | 2300–2800 |
| Об'єм двосекційного бункера, л     | 3600–4000 |
| Кількість насінневих сошників, шт. | 28        |
| Кількість тукових сошників, шт.    | 14–28     |
| Ширина міжрядь, см                 | 12,5–15   |
| Вага, т                            | 4,5–6     |
| Необхідна потужність, кВт          | до 120    |

Таблиця 8

**Догляд за посівами рослин – обприскувач**

|  |           |
|--|-----------|
| Робоча ширина, м                         | 18–24     |
| Номинальна місткість бака, л             | 2400–3500 |
| Ємність бака для чистої води, л          | 200–500   |
| Норма внесення робочої рідини, л/га      | 50–200    |
| Висота установки штанги (регульована), м | 0,5–2,0   |
| Вага, т                                  | 1400–2500 |
| Необхідна потужність, кВт                | до 120    |

Таблиця 9

**Збирання урожаю – жатка**

|                          |      |
|--------------------------|------|
| Робоча ширина захвату, м | 5,37 |
|--------------------------|------|

Таблиця 10

**Транспортування урожаю (автомобіль)**

|                         |        |
|-------------------------|--------|
| Потужність двигуна, кВт | 90–100 |
| Вага, т                 | 2,8–3  |

Таблиця 11

**Орієнтовні зведені показники ефективності використання обраних енергетичних засобів по видам робіт**

| Показники                        | Вид робіт  |        |             |       |                   |                 |
|----------------------------------|------------|--------|-------------|-------|-------------------|-----------------|
|                                  | Дискування | Оранка | Культивация | Сівба | Догляд за посівом | Збирання урожаю |
| Продуктивність, га/год           | 2,31       | 0,95   | 3,11        | 4,13  | 20,82             | 1,10            |
| Затрати праці, люд-год/га        | 0,43       | 3,15   | 0,32        | 0,24  | 0,05              | 2,72            |
| Орієнтовні витрати палива, кг/га | 8,46       | 24,99  | 4,91        | 4,89  | 0,63              | 12,1            |

## Орієнтовна структура парку машин

| Назва машини                 | Вартість одиниці, \$ | Кількість на 300 га | Кількість на 500 га |
|------------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| Трактор 125 кВт              | 110000               | 2                   | 3                   |
| Дискова борона 3 м           | 25000                | 1                   | 2                   |
| Плуг 4 корпуси               | 22000                | 2                   | 3                   |
| Культиватор 4 м              | 25000                | 1                   | 2                   |
| Сівалка 4 м                  | 110000               | 1                   | 2                   |
| Оприскувач причіпний         | 80000                | 1                   | 1                   |
| Причіп тракторний 4 т        | 7000                 | 1                   | 2                   |
| Зернозбиральний комбайн типу | 60000                | 1                   | 1                   |
| Автомобіль 4 т               | 50000                | 1                   | 1                   |

Для забезпечення роботоздатності даного парку машин необхідно додатково мати:

- мобільний паливозаправник ємністю 3–4 куб. м;
- мобільна станція технічного обслуговування (СТО – пересувна автомастерня).

**Висновок.** 1. Проведеними дослідженнями встановлено, що вартість парку машин для агропідприємства посівною площею 300 га становить 621000 \$, 500 га – 920000 \$.

2. Важливим елементом функціонування інженерного підрозділу є одномарочність машин. Це забезпечує швидку комунікацію з дилером та створює можливість накопичення складу запасних частин.

3. З метою економії коштів за рішення керівників агропідприємства деяку техніку можливо орендувати, при умові її наявності у сусідніх господарств.

**Бібліографічні посилання:**

1. Aulin V.V., Hrynkiv A.V., Lysenko S.V., Holub D.V., Livitskyi O.M. Pdivyshchennia efektyvnosti vykorystannia transportnykh mashyn u ahropromyslovomu vyrobnytstvi uzghodzhenniam yikh ekspluatatsiinykh kharakterystyk ta umov funktsionuvannia – [Increasing the efficiency of the use of transport vehicles in agro-industrial production by harmonizing their operational characteristics and operating conditions]. *Tsentrlnoukrainskyi naukovyi visnyk. Seriya "Tekhnichni nauky"*. 2022. Vyp. 6(37). № II. P. 45–57. [in Ukrainian]
2. Camarena E.A., Gracia C., Sixto J.M. Cabrera A. Mixed integer linear programming machinery selection model for multifarm systems. *Biosyst. Eng.* 2004. Vol. 87. P. 145–154.
3. DSTU 4397:2005 Silskohospodarska tekhnika. Metody ekonomichnoho otsiniuvannia tekhniki na etapi vyprobuvannia – [Agricultural machinery. Methods of economic evaluation of equipment at the test stage] Kyiv : Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2005. 16 p. [in Ukrainian]
4. Kharabet V.V. Stupeneva pidhotovka robotnykiv budivelnogo profilu yak zakonmirmist vyrobnychoho protsesu budivnytstva – [Step-by-step training of construction workers as a regularity of the production process of construction]. *Suchasni informatsiini tekhnologii ta innovatsiini metodyky navchannia v pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problemy*. U 2-kh ch. / redkol. : I.A. Ziaziun (holova) ta in. Kyiv, Vinnytsia : DOV "Vinnytsia", 2002. Vyp. 2. №. 1. P. 525–530. [in Ukrainian]
5. Kudrynetskyi R.B., Dnes V.I., Krupych S.O. Metodychnyi pidkhid do obgruntuvannia ekspluatatsiinykh pokaznykiv mashynno-traktornoho ahrehatu za enerhooshchadnykh tekhnologii – [A methodical approach to substantiating the operational indicators of the machine-tractor unit using energy-saving technologies]. *Konstruiuvannia, vyrobnytstvo ta ekspluatatsiia silskohospodarskykh mashyn*. 2022. Vyp. 52. P. 48–55. doi: 10.32515/2414-3820.2022.52.48-55 [in Ukrainian]
6. Makohin O. & Yakymovych T. Vyrobnycha praktyka yak systemna vzaiemodiia mizh komponentamy profesiinoi pidhotovky – [Production practice as a systemic interaction between the components of professional training]. *Zbirnyk naukovykh prats*. Vyp. 5. Kyiv, Lviv, Berezhany, 2019. P. 60–63. [in Ukrainian]
7. Melnyk I.I. Optyimizatsiia kompleksiv mashyn i struktury mashynnoho parku ta planuvannia tekhnichnoho servisu – [Optimization of machine complexes and the structure of the machine park and planning of technical service] / Vydavnychi tsentr NAU. Kyiv, 2004. 85 p. [in Ukrainian]
8. Melnyk I.I., Tyvonenko I.H., Fryshev S.H. ta in. Inzhenernyi menedzhment – [Engineering management] : navchalnyi posibnyk / za red. I.I. Melnyka. Vinnytsia : Nova Knyha, 2007. 536 p. [in Ukrainian]
9. Pastukhov V.I. Yakist roboty silhospmachyn i biopotentsial silhospkultur – [The quality of work of agricultural machines and the biopotential of agricultural crops]. *Tekhnika APK*. 2001. № 5–6(545–546). P.19–25. [in Ukrainian]
10. Shepel I.V. Aktualni aspekty orhanizatsii bukhhalterskoho obliku i analizu vykorystannia mashynno-traktornoho parku ahrarnykh pidpriemstv – [Current aspects of the organization of accounting and analysis of the use of the machine and tractor park of agricultural enterprises]. *Seriia "Ekonomika"*. 2018. Vyp. 1(51). P. 468–474. DOI: 10.24144/2409-6857.205
11. Toba A.L., Griffel L.M., Hartley D.S. Devs based modeling and simulation of agricultural machinery movement. *Comput. Electron. Agric.* 2020. Vol. 177. P. 105669.
12. Zubko V.M. Ahroinzhynirynh. Naukovo-metodychne zabezpechennia navchalnoho protsesu : navchalnyi posibnyk – [Scientific and methodological support of the educational process : a study guide] / SNAU. Sumy, 2022. 456 p. [in Ukrainian]

**Zubko V.M.**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

**Khvorost T.V.**, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

**Melnyk V.I.**, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

**Omelchenko E.M.**, PhD student, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

**Kovalenko Yu. S.**, PhD student, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

**Teslenko O.V.**, PhD student, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

**Justification of the need for a fleet of machines for the cultivation of grain and leguminous crops in the structural units of the DPTNZ with an area of 300–500 hectares**

The article raises the issue of the problems of modern professional education in Ukraine and the search for methods for integration into the European educational space. The issues of the need for vocational education to meet the demands of employers for highly qualified labor resources, who must master the production process already during training, were touched upon. One of the components of the European integration is the successful provision of professional and practical (industrial) training to the students of education. In order to increase the provision of high-quality industrial training by state vocational and technical educational institutions (SVS) and to ensure the educational process and production activities of the institutions, the quantitative composition of the optimal fleet of machines for the needs of growing grain and leguminous crops in the structural subdivisions of (SVS) with an area of 300 to 500 hectares was substantiated. Modern agricultural technologies require scientists and engineers to come up with innovative solutions that would ensure the effective use of agricultural machinery, even at the planning stage. The analysis of the latest researches and publications shows that with such effective tools as mathematical modeling of the determination of constructive and operational indicators and linear, integer computer programming, it is possible to justify and solve the set tasks. The article provides an algorithm for determining the costs of energy, funds, labor, and the number of machine units that must be available to ensure the technological process for performing mechanized technological operations. The calculation of the technological indicators of the machine-tractor unit and the cost component, which satisfies the implementation of works with minimal costs and in compliance with agrotechnical terms, has been carried out. Calculations of indicators of energy means with specification of trailed work machines are provided, approximate indicators of effective use of selected energy means are given, such as productivity (ha/h), labor costs (man/h) and fuel consumption (kg/ha). The application of the obtained calculations ensures even at the planning stage, to obtain a predictive understanding of the efficiency of the use of the machine and tractor park of the farm. Due to the effective functioning of educational training and production activities in vocational training institutions, high productivity indicators are possible on the basis of automation and mechanization, in particular, the use of high-performance equipment, as well as high-quality maintenance and repair, which will only confirm the calculations provided below.

**Key words:** professional and technical education, professional and practical training, machine and tractor park, agricultural term, energy means, efficiency indicators, tractor, efficiency, quality, mechanization, precision agriculture.