**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**
**ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**
**Механіко-технологічний факультет**

**Кафедра "Машиновикористання в землеробстві"**

# *ВИЗНАЧЕННЯ МІНІМАЛЬНОГО РІВНЯ ЕНЕРГОНАСИЧОСТІ ТРАКТОРА ДЛЯ ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ*

**Методичні вказівки до самостійної роботи №1**

**з дисципліни «Використання техніки в АПК МВР»**

для здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр»
зі спеціальності 208 «Агроінженерія»
(на основі бакалавра)

Мелітополь, 2019

**УДК 631.5**

**Використання техніки в АПК МВР.** Визначення мінімального рівня енергонасичості трактора для виконання технологічного процесу. Методичні вказівки щодо самостійної роботи №1 для здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр» зі спеціальності 208 «Агроінженерія» (на основі бакалавра). – Мелітополь: ТДАТУ, 2019. – 8 с.

**Розробник**: к.т.н. ***Кувачов Володимир Петрович***

**Рецензент:** к.т.н. ***Мітков Василь Борисович***

Розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри МВЗ, протокол № 4 від 11.11.2019 р.

Затверджено методичною комісією механіко-технологічного факультету, протокол № 3 від 28.11.2019 р.

© ТДАТУ, 2019

# ВИЗНАЧЕННЯ МІНІМАЛЬНОГО РІВНЯ ЕНЕРГОНАСИЧОСТІ ТРАКТОРА ДЛЯ ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

## МЕТА РОБОТИ

Самостійне опанування методики визначення енергонасиченості трактора та набуття навичок ефективної самостійної професійної (практичної й науково-теоретичної) діяльності в комплектуванні машинно-тракторних агрегатів з метою підвищення конкурентоспроможності майбутніх фахівців на світовому ринку праці через формування їхніх вмінь та ключових навичок.

## ЗАВДАННЯ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

1) Визначити мінімально необхідний рівень енергонасиченості трактора для виконання технологічного процесу (за завданням, див. додаток А) із с.-г. машиною/знаряддям (за завданням, див. додаток А), з максимально можливою глибиною обробітку, яка обумовлена агровимогами, і максимально можливою швидкістю руху машинно-тракторного агрегату у відповідності до агровимог.

2) За результатами обчислення необхідного рівня енергонасиченості трактора обґрунтувати його прототип.

3) Надати рекомендації щодо ефективного використання трактора, який обрано за прототип.

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Надикто В.Т. Нові мобільні енергетичні засоби України. Теоретичні основи використання в землеробстві / Надикто В. Т. [та ін.]. - Мелітополь: ТОВ «Видавничий будинок «ММД», 2005. - 337 с.

2. Надикто В.Т. Методика визначення потужності двигуна с.-г. трактора / В.Т. Надикто // Техніка і технолог в АПК. - 2014. - №1. – С. 7-9.

3. Надикто В.Т. Енергонасиченість тракторів та шляхи її реалізації / В.Т. Надикто // Техніка і технолог в АПК. - 2011. - №9. – С. 8-11.

4. Посібник. Трактори, мобільні навантажувальні машини та причепи / За ред. Кравчука В.І., Демидова О.А. – Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. – 2010. – 176 с.

## МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ

### 1. Теоретичні відомості

В теорії експлуатації МТА відомо, що при виборі того чи іншого мобільного енергетичного засобу (трактора) для агрегатування с.-г. машин/знарядь слід враховувати не лише потужність його двигуна, а й експлуатаційну масу. Це дозволяє визначитися з тяговим класом, рівнем енергонасиченості, а отже - і з системою ефективного агрегатування енергетичного засобу.

Відношення потужності двигуна (Ne, кВт) до експлуатаційної маси трактора без баласту (Gек, т) характеризує рівень його енергонасиченості (Ет):

$$Em = Ne/Gек,\ кВт/т. \qquad (1)$$

Відомо, що для тракторів тягової концепції рівень їх енергеносаченості Ет не перевищує 16 кВт/т. Для тракторів тягово-енергетичної концепції величина їх енергонасиченості може сягати 30-40 кВт/т і навіть більше.

Для того щоб обчислити необхідну енергонасиченість мобільного енергетичного засобу необхідно знати оптимальне значення його експлуатаційної маси та мінімально необхідну потужність його двигуна.

Мінімально необхідну потужність двигуна трактора визначають за рівнянням балансу потужності:

$$Ne = Nкр + Nmp + Nd + Nf, \qquad (2)$$

де Nкр - тягова потужність трактора;

Nтр, Nd, Nf - потужності, які характеризують витрати енергії на тертя в трансмісії, буксування рушіїв та подолання опорів коченню трактора.

Вираз (2) характеризує статичний баланс потужностей енергетичного засобу. У розкритому вигляді його можна представити так:

$$N_e = f(M_{\grave{o}}) = \frac{D_1 \cdot M_{\grave{o}}^3 + D_2 \cdot M_{\grave{o}}^2}{M_{\grave{o}}^2 - D_3 \cdot M_{\grave{o}} - D_4} \cdot D_5, \qquad (3)$$

де $D_1 = V_{\eth} \cdot f \cdot g$;

$D_2 = V_{\eth} \cdot P_{\hat{e}\eth.\grave{o}} \cdot (1 + 3V_x)$;

$D_3 = A \cdot P_{\hat{e}\eth.\grave{o}} \cdot (1 + 3V_x)/g$;

$D_4 = B \cdot \left[P_{\hat{e}\eth.\grave{o}} \cdot (1 + 3V_x)/g\right]^2$;

$D_5 = k_v / \eta_{òð}$ ,

тут $M_m$ - експлуатаційна маса трактора, кг;

Vo - робоча швидкість руху МТА, м/с;

f - коефіцієнт опору коченню коліс трактора;

$P_{кр.т}$ – тягове зусилля, що розвиває трактор, Н;

A і B - коефіцієнти апроксимації кривої буксування енергетичного засобу;

Vx - коефіцієнт варіації коливань тягового навантаження трактора;

Kv - коефіцієнт кінематичної невідповідності в приводі мостів енергетичного засобу;

$\eta_{тр}$ - ККД трансмісії трактора.

Оптимальне значення експлуатаційної маси трактора визначають з виразу (3) шляхом розв'язання частинної похідної $dN_e/dM_m = 0$. В результаті маємо:

$$Ì_{ò} = \sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{D}} + \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{D}}\ , \qquad (4)$$

де $D = (p/3)^3 + (q/2)^2$;

$p = (3 \cdot s - r^2)/3$;

$q = (2 \cdot r^3/27) - r \cdot s/3 + t$;

$r = -2 \cdot D_3$;

$s = -(D_2 \cdot D_3 + 3 \cdot D_1 \cdot D_4)/D_1$;

$t = -2 \cdot D_2 \cdot D_4/D_1$.

А далі, підставивши (3) та (4) в (1) можна розрахувати необхідний рівень енергонасиченості трактору (кВт/т):

$$Å_{ò} = \frac{D_1 \cdot \left(\sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{D}} + \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{D}}\right)^2 + D_2 \cdot \left(\sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{D}} + \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{D}}\right)}{\left(\sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{D}} + \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{D}}\right)^2 - D_3 \cdot \left(\sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{D}} + \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{D}}\right) - D_4} \cdot D_5 . \qquad (5)$$

## 2. Методика виконання роботи із використанням ЕОМ

Необхідні розрахунки для виконання практичного завдання рекомендується виконати у середовищі Excell. Для цього необхідно:

1) Сформувати певний інтерфейс робочої сторінки у середовищі Excell, у якому слід відокремити вхідні та вихідні розрахункові параметри (наприклад за рис. 1).

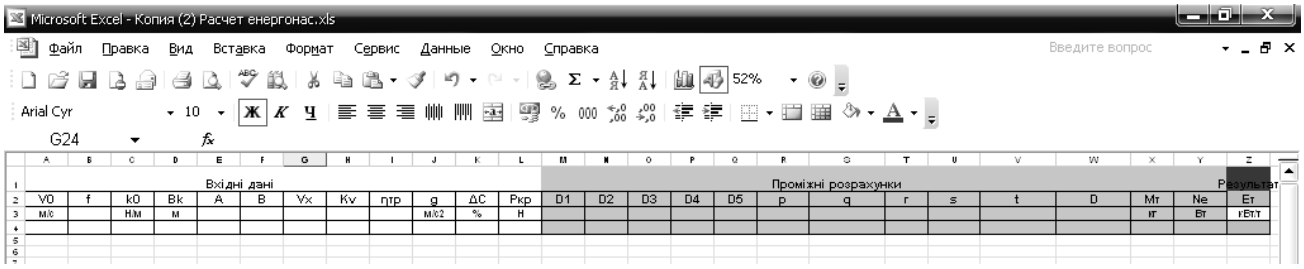


**Рисунок 1 – Інтерфейс формування таблиці для розрахунків у середовищі Excell**

2) У відповідні комірки сформованої таблиці внести кількісні значення вхідних параметрів та формули для обчислення проміжних розрахунків та вихідних параметрів (рис. 2).

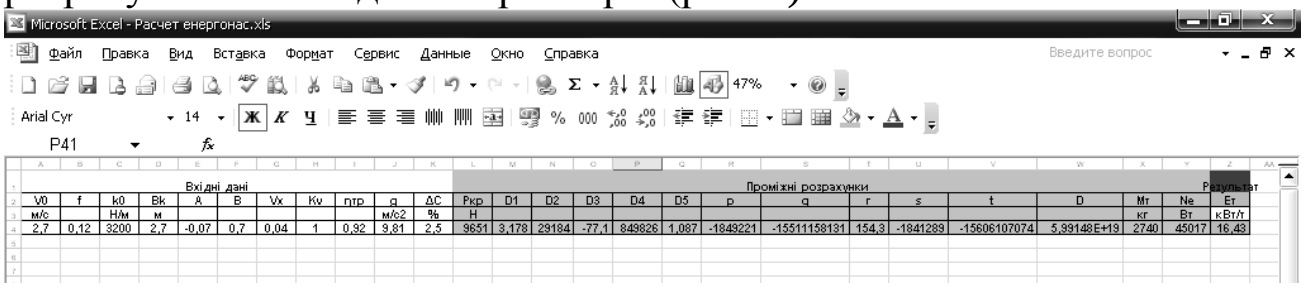


**Рисунок 2 – Інтерфейс розрахунків у середовищі Excell**

## ФОРМА ЗВІТУ ДО РОБОТИ

**Після виконання роботи, студент складає звіт, зміст якого включає:**

1) Номер, найменування та мета роботи.

2) Методику визначення необхідного рівня енергонасиченості трактора.

3) Вхідні умови с.-г. технологічного процесу.

4) Результат визначення необхідного рівня енергонасиченості трактора.

6) Висновки.

# Додаток А

## ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

| № завдання | Технологічна операція | С.-г. знаряддя | Прим. |
|---|---|---|---|
| 1 | Передпосівний обробіток ґрунту | КН-2,8 | Продукція виробництва ТОВ «Укрсільгоспмаш» http://www.usm-ua.com/ |
| 2 | | КН-3,8 | |
| 3 | | КП-8,4 | |
| 4 | | КП-12,0 | |
| 5 | | УДА-2,4 | |
| 6 | | УДА-3,1 | |
| 7 | | УДА-3,8 | |
| 8 | | УДА-4,5 | |
| 9 | | УДА-5,2 | |
| 10 | | УДА-6,1 | |
| 11 | Розпушування ґрунту | БПВ-9 | |
| 12 | | БПВ-15 | |
| 13 | | БПВ-21 | |
| 14 | | БПВ-24 | |
| 15 | Основний обробіток ґрунту | ДИЧ-3,1 | |
| 16 | | ДГР-3,8 | |
| 17 | | ДАГ-6,0 | |
| 18 | Глибокий безполицевий обробіток ґрунту | ГР-1,8 | |
| 19 | | ГР-2,5 | |
| 20 | | ГР-3,4 | |
| 21 | | ГР-4,3 | |
| 22 | | ГР-4,5 | |
| 23 | | ГР-5,4 | |
| 24 | | ГР-6,3 | |
| 25 | Лущення стерні | ЛУГ-14 | |
| 26 | Дискування ґрунту | АГП-3,3 | |
| 27 | | АГП-2,4 | |
| 28 | | АГЛ-3,0 | |
| 29 | | АГ-2,4 | |
| 30 | | АГ-2,1 | |

*Примітка.* Деякі вхідні параметри для розрахунків прийняти наступними: Коефіцієнт варіації коливань тягового навантаження трактора Vx = 0,04; Коефіцієнти апроксимації кривої буксування енергетичного засобу А= -0,07; В = 0,7; Коефіцієнт кінематичної невідповідності в приводі мостів енергетичного засобу Kv = 1,0; ККД трансмісії трактора $\eta_{тр}$ = 0,92.

Значення інших вхідних параметрів обґрунтувати самостійно.