2. *Воронин А. Н.* Векторная оптимизация динамических систем / *А. Н. Воронин, Ю. К. Заитдинов, А. И. Козлов*. – К.: Техника, 1999. – 248 с.
3. *Воронин А. Н.* Нелинейная схема компромиссов в многокритериальных задачах оценивания и оптимизации / *А. Н. Воронин* // Кибернетика и системный анализ. – 2009. – №4. – С. 106–114.
4. *Адамчук В. В.* Планування проектів вирощування культур на основі статистичного імітаційного моделювання: монографія / *В. В. Адамчук, О. В. Сидорчук, П. М. Луб, А. М. Тригуба, Л. Л. Сидорчук, П. В. Шолудько, І. П. Івасюк*. – Ніжин: Видавець ПП Лисенко М.М., 2014. – 224 с.

Аннотация. *В статье предложена методика, которая позволит на практике решать задачу векторной оптимизации процесса работы уборочно-транспортного комплекса при ограниченном количестве статистических данных, а также выявить основные взаимосвязи и закономерности технологического процесса на уборке и транспортировке урожая.*
Ключевые слова: ***экспертное моделирование, многокритериальная оптимизация, полиномы аппроксимации, самоорганизация***

Annotation. *The paper proposes a method that allows in practice to solve the problem of vector optimization process work harvesting and transport complex with a limited amount of statistical data and to identify the basic relationships and patterns of the process for harvesting and transporting crops.*
Key words: ***expert modeling, multi-criteria optimization, polynomial approximation, self-organization***

УДК: 631.354.2

РЕЗУЛЬТАТИ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

С. В. Смолінський, кандидат технічних наук, доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України
С. С. Левчук, інженер
Міністерство аграрної політики та продовольства України
С. О. Маранда, інженер
Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»

Анотація. *В статті наведено результати енергетичної оцінки застосування сучасних зернозбиральних комбайнів в залежності*

© С. В. Смолінський, С. С. Левчук, С. О. Маранда, 2016

від обсягів зібраного зерна. Для аналізу були використані показники енергії валового збору врожаю та загальна потужність парку зернозбиральних комбайнів. В результаті проведеного аналізу отримано залежності загальної потужності парку зернозбиральних комбайнів України від величин посівних площ, середньої врожайності та енергії валового збору зернових культур.

Ключові слова: ***зернові культури, валовий збір, зернозбиральний комбайн, потужність, енергомісткість, енергоємність***

Постановка проблеми. Для ефективного збирання зернових культур застосовуються сучасні високопродуктивні зернозбиральні комбайни різних фірм-виробників, які відрізняються як показниками технічної характеристики, так і якістю виконання процесу. Останніми десятиліттями спостерігаються тенденції зростання потужності, пропускної здатності та маси зернозбиральних комбайнів [1, 2, 3, 4]. Так, протягом 1990-2004 років середня потужність двигунів зернозбиральних комбайнів збільшилася з 134,1 до 179,4 кВт, а провідні комбайнобудівні фірми виробляють машини з потужністю двигуна від 80 до 400 кВт [5]. Із зростанням потужності двигуна комбайна збільшуються його маса, витрата пального та інші експлуатаційні показники [3].

Згідно статистичних даних відмічається і щорічне зростання обсягів валового збору зерна [6]. При визначенні рентабельності застосування для відповідних умов певної збиральної машини важливо крім економічної оцінки, яка найбільш поширена в аналітичних дослідженнях, проводити і енергетичну оцінку.

Аналіз останніх досліджень. Питанням аналізу комбайнового парку присвячені роботи В. Кравчука, С. Коваля, Д. Войтюка, А. Демка, О. Надточія та багатьох інших вчених [1, 5, 7]. Дослідниками проведено аналіз парку зернозбиральних комбайнів в Україні за критеріями продуктивності, витрат палива, енергоємності та інших показників. Аналіз впливу пропускної здатності молотарки комбайна на масу машини, потужність двигуна, ширину жатки, об'єм зернового бункера, параметри молотильно-сепарувального пристрою наведені в роботі [8].

Для енергетичної оцінки робочих процесів збирання зернових культур використовуються такі показники, як повна енергоємність процесу, енергомісткість врожаю та витрати енергії на виробництво одиниці продукції. Повна енергоємність визначається як сума витрат енергоносіїв, технологічних матеріалів, технічних засобів тощо на одиницю виробленої продукції [9].

Метою досліджень є на основі аналізу встановити взаємозв'язки між енергетичними показниками комбайнового парку і

основними статистичними показниками вирощування зернових культур.

Результати досліджень. Для енергетичної оцінки комбайнового парку в цілому по Україні використаємо в якості показника загальну потужність парку $N_{\Sigma j}$ (кВт) у j-ому році, що визначимо за формулою:

$$N_{\Sigma j} = \sum m_{pj} \cdot N_p \,, \qquad (1)$$

де: m_{pj} – загальна кількість комбайнів марки p, що використовуються у j-ому році, шт.; N_p – потужність двигуна комбайна марки p згідно технічної характеристики, кВт [10].

Внаслідок браку основної статистичної інформації про кількість комбайнів різної потужності, для енергетичної оцінки приймемо в першому наближенні величину загальної потужності парку як добуток загальної кількості комбайнів у j–ому році m_j (шт.) і середньої потужності двигунів комбайнів у цьому ж році N_{CEPj} (кВт):

$$N'_{\Sigma j} = m_j \cdot N_{CEPj} \,. \qquad (2)$$

Для визначення середньої потужності комбайнів у j–ому році N_{CEPj} скористаємось [5] методами аналізу та екстраполяції залежності зміни потужності двигунів комбайнів.

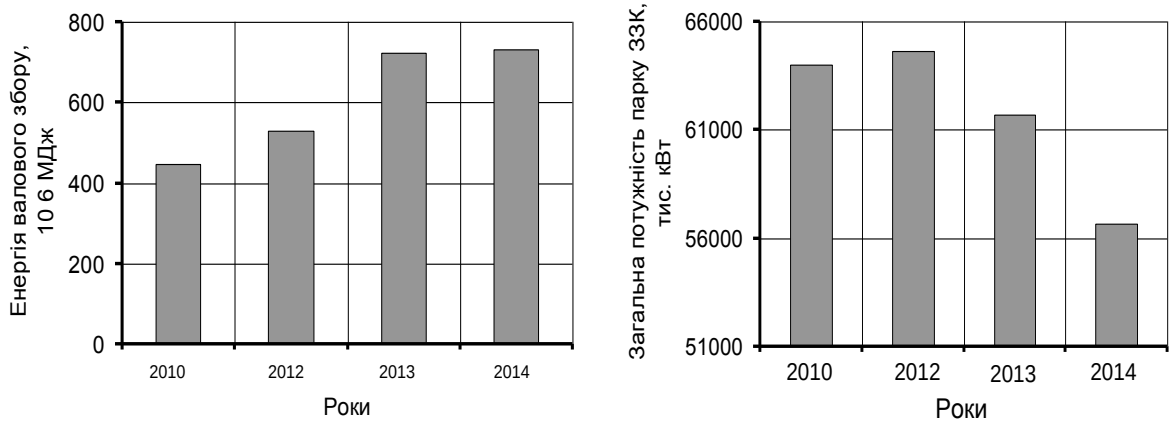
На загальну потужність парку зернозбиральних комбайнів України істотний вплив, згідно робочої гіпотези, матимуть основні статистичні показники вирощування зернових культур: посівна площа, валовий збір та середня урожайність зернових культур. Тому і суть енергетичної оцінки полягатиме у визначенні взаємозв'язку між енергетичними показниками комбайнового парку і основними статистичними показниками вирощування зернових культур

Дані по загальній кількості комбайнів m_j та показниках вирощування зернових культур запозичимо із річних статистичних бюлетенів [6, 11]. При оцінці впливу валового збору зерна на загальну потужність комбайнового парку використаємо енергію валового збору зерна у j-ому році (МДж), що визначатиметься за формулою:

$$E_{\Sigma jk} = \sum_{i=1}^{k} U_{ij} \mu_i \lambda_i \,, \qquad (3)$$

де: U_{ij} – валовий збір i-ої культури j-ому році, т; μ_i – калорійність сухої маси зерна i-ої культури МДж/т; λ_i – коефіцієнт переведення

основної речовини в суху масу (для зернових культур приймемо $\lambda_i = 0,86$). Подібна методика визначення енергомісткості врожаю описана в [12].



а) б)

Рис. 1. Діаграми зміни енергії валового збору зернових культур (а) та загальної потужності парку зернозбиральних комбайнів України (б) в 2010-2014 роках.

В результаті проведеного аналізу побудовано діаграми зміни енергії валового збору зернових культур та загальної потужності парку зернозбиральних комбайнів України в 2010-2014 рр. (рис. 1), що свідчить про поступове збільшення першого показника і зменшення другого показника внаслідок зменшення кількості комбайнів із збільшенням їх продуктивності, при цьому річне навантаження на одну машину також поступово зростає.

На величину загальної потужності комбайнового парку істотний вплив також мають величини посівних площ під зерновими культурами (рис. 2, а) і середня урожайність культур (рис. 2, б).

Це пов’язано із щорічним зростанням річного навантаження на один комбайн, а, отже, зменшенням їх кількості на 1000 га посівних площ (від 7 машин в 1996 році до 4 – в 2013 році) і наявність частки застарілої та малоефективної збиральної техніки в загальній кількості комбайнів.

Графічна залежність загальної потужності парку зернозбиральних комбайнів від енергії валового збору зерна доводить існування кореляційного зв’язку між цими показниками (рис. 2, в).

При досягненні деякого значення енергії валового збору зерна подальше його збільшення призводить до зменшення величини загальної потужності парку, а це, в свою чергу, дозволить оптимізувати склад комбайнового парку.

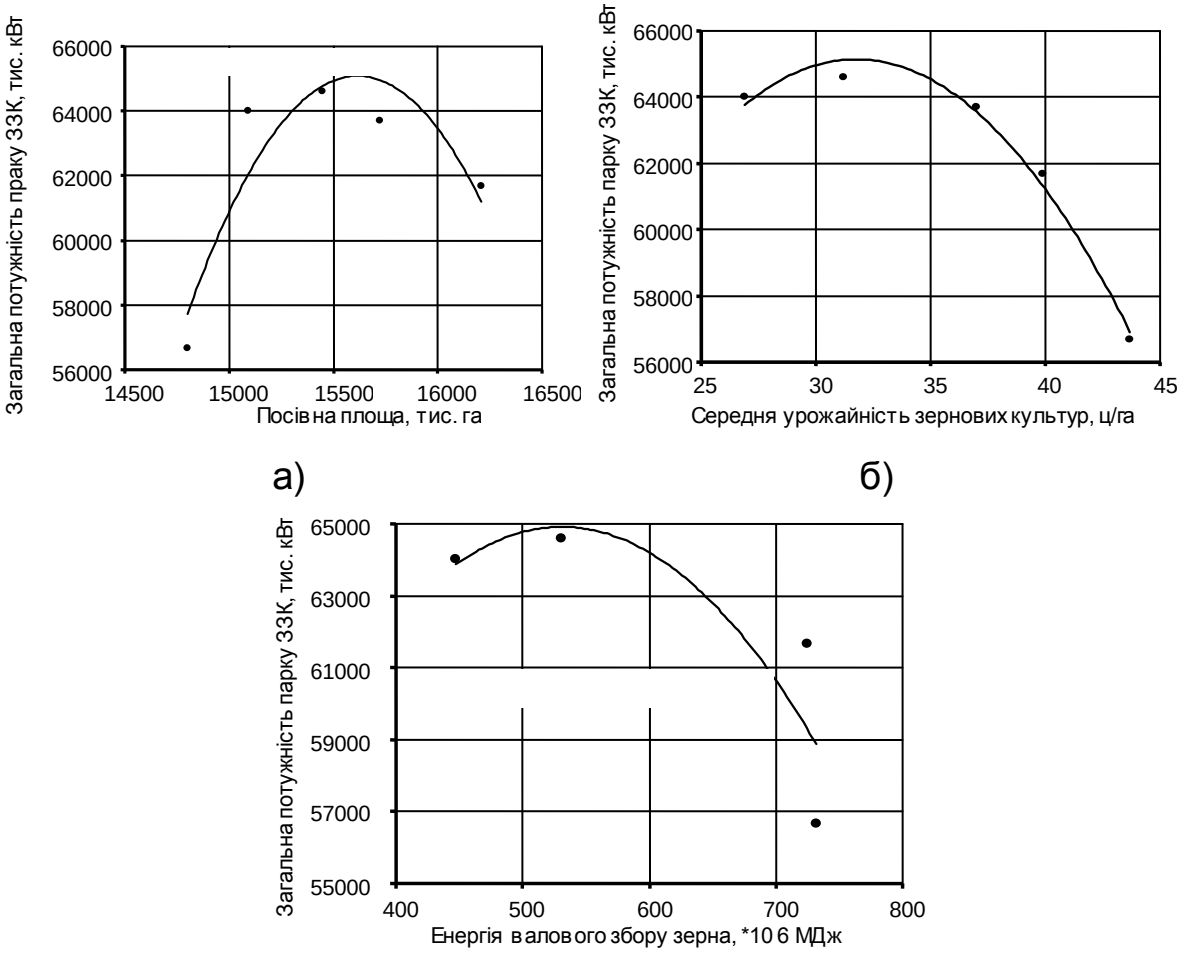


Рис. 2. Залежність загальної потужності парку зернозбиральних комбайнів України в 2010-2014 роках від основних статистичних показників вирощування зернових культур: а) посівної площі; б) середньої урожайності; в) енергії валового збору зерна

Висновок. При аналізі застосування сучасних зернозбиральних комбайнів важливо крім економічних розрахунків виконати енергетичну оцінку процесу шляхом визначення показників енергомісткості і енергоємності. Найбільш доцільно при цьому використовувати показники загальної потужності парку зернозбиральних комбайнів та енергії валового збору зерна, оскільки вони дозволяють більш раціонально враховувати рівень розвитку техніки і її застосування, а також величину зібраного врожаю різних зернових культур.

Список літератури

1. *Кравчук В. І.* Сучасні тенденції розвитку конструкцій сільськогосподарської техніки / За ред. *В. І. Кравчука, М. І. Грицишина, С. М. Коваля.* – К.: Аграрна наука, 2004. – 396 с.

2. *Радемахер Т.* Тенденции развития рынка зерноуборочной техники / *Т. Радемахер* // Новое сельское хозяйство. – 2006. – №2. – С. 76–82.

3. *Гольтяпин В. Я.* Современные самоходные зерноуборочные комбайны / *В. Я. Гольтяпин* // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1997. – №3. – С. 35–40.
4. *Ясенецький В.* Сільськогосподарська техніка на Агро 2015 / *В. Ясенецький, Т. Бабинець, М. Занько* // Техніка і технології АПК. – 2015. – №8. – С. 30–41.
5. *Клочков А. В.* Удельные энергетические показатели зерноуборочных комбйанов для Украины / *А. В. Клочков, С. В. Бутов* // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2006. – №6. – С. 19–21.
6. *Рослинництво* України. Статистичний бюлетень. – К., 2015. – 180 с.
7. *Войтюк Д. Г.* Моніторинг комбайнового ринку України (Ч. 1) / *Д. Г. Войтюк, О. В. Надточій, В. Д. Войтюк, А. А. Демко, О. А. Демко* // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. – К., 2010. – Вип. 144, ч. 4. – С. 192–200.
8. *Gubsch M*. Zu einigen Aspekten in der Mahdrescherentwicklung / *M. Gubsch* // Deutsche Agrartechnik. – 22. Jg. (1972). – Heft 3. – S. 122–125.
9. *Машиновикористання* в землеробстві : підручник / [*В. Ю. Ільченко та ін.*] ; ред. *В. Ю. Ільченко, Ю. П. Нагірний*. – К.: Урожай, 1996. – 384 с.
10. *Рекламні* проспекти фірм-виробників комбайнів Claas, Messey Fergueson, Case-New Holand, Fendt, Sampo, Deutz-Fahr, John Deere, Laverda, Россельмаш.
11. *Наявність* сільськогосподарської техніки та енергетичних потужностей у сільському господарстві у 2014 році. Статистичний бюлетень. – К., 2015. – 44 с.
12. *Бузовський С. А.* Інновації в оцінюванні енергетичної ефективності та енергоємності сільськогосподарського виробництва / *С. А. Бузовський, О. Д. Витвицька, В. А. Скрипниченко* // Агроінком. – 2008. – № 7-10. – С. 50–56.

Аннотация. *В статье приведены результаты энергетической оценки применения современных зерноуборочных комбайнов в зависимости от объемов собранного зерна. Для анализа были использованы показатели энергии валового сбора урожая и общая мощность парка зерноуборочных комбайнов. В результате проведенного анализа получены зависимости общей мощности парка зерноуборочных комбайнов Украины от величин посевных площадей, средней урожайности и энергии валовой продукции зерновых культур.*

Ключевые слова: ***зерновые культуры, валовая продукция, зерноуборочный комбайн, мощность, энергосодержание, энергоемкость***

Annotation. *There are analyzed the results of power estimation of application of modern combine harvesters depending on the volumes of the collected grain in the paper. For an analysis it were used the grain-crops yield energy and the harvesters park general power and found the dependences of the general power of harvesters park in Ukraine on the sowing areas, middle yield and the grain-crops yield energy as result.*

Key words: ***grain-crops, gross output, harvester, power, energy yield, energy capacity***