

УДК 631.36

СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ МАШИН ПОПЕРЕДНЬОГО ОЧИЩЕННЯ ЗЕРНА

Л. Л. Сидорчук, к.т.н., асистент, email: leonid42@ukr.net

Львівський національний аграрний університет

В. І. Днесь, к.т.н., пров. наук. співроб., email: vik31@ua.fm

В. І. Скібчик, наук. співроб.,

Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»

РЕЗЮМЕ

Мета. Розкрити причинно-наслідкові зв'язки між технічною продуктивністю машин попереднього очищення зерна та основними функціональними показниками їх ефективності, які є підґрунтям обґрунтування раціональних параметрів зерноочисних пунктів.

Методи. Причинно-наслідкові зв'язки між продуктивністю машин попереднього очищення зерна та функціональними показниками їх ефективності, розкрито за допомогою методу кореляційно-регресійного аналізу.

Для дослідження і порівняння значень технічної продуктивності та функціональних показників ефективності машин попереднього очищення зерна різних країн-виробників, використано методи теорії ймовірності та описової статистики, а також прикладну комп'ютерну програму STATISTICA V10.

Результати. Досліджено та побудовано діаграми діапазонів розподілів питомої матеріало- і енергоємності, технічної продуктивності машин попереднього очищення зерна різних країн-виробників та встановлено тенденції зміни цих розподілів.

Встановлено кореляційні залежності питомих матеріало- і енергоємності площі робочої (очисної) поверхні та площі, яку займають машин попереднього очищення зерна різних класифікаційних груп та виробників, від їх технічної продуктивності. Виявлені

відміни цих залежностей стосовно типів машин та світових фірм-виробників.

Висновки.

1. Статистичний аналіз технічних параметрів машин попереднього очищення зерна, дав змогу встановити, що, у розрізі таких класифікаційних ознак, як країна-виробник, фірма-виробник, тип робочого органу, існують регресійні залежності між їх технічною продуктивністю та основними питомими функціональними показниками ефективності, які, здебільшого, характеризуються високим коефіцієнтом детермінації.

2. Найнижчими показниками енерго- і матеріалоємності характеризуються машини з пневматичними інерційними робочими органами, однак за значенням питомої площі, яку вони займають, ці машини поступаються машинам з плоскими циліндричними пневмо-решітними робочими органами.

3. Встановлено, що найнижчими значеннями питомої енергоємності (0,084 – 0,049 кВт/(т/год)) та матеріалоємності (7,5 – 4,58 кг/(т/год)) характеризуються машини з пневматичними інерційними робочими органами фірми «RIELA».

4. Найнижчими значеннями питомої площі робочої поверхні (0,06 – 0,03 м²/(т/год)) та площі, яку вони займають (0,069 – 0,014 м²/(т/год)) характеризуються машини концерну «Buhler».

Ключові слова: попереднє очищення зерна, машини, виробники, технічні характеристики, показники ефективності.

UDC 631.36

STATISTICAL ANALYSIS TECHNICAL PARAMETERS MACHINE OF PRE-TREATMENT GRAIN

L. L. Sydorчук, Ph.D., Assistant Professor, email: leonid 42@ukr.net

Lviv National Agrarian University

V. I. Dnes, Ph.D., Senior Research

V. I. Skibchuk, Research

National Scientific Centre "Institute for Agricultural Engineering and Electrification"

SUMMARY

The purpose. Reveal causal relationships between technical performance machines pre-treatment of grain and basic functional indicators of their performance, which is the basis of rational justification options winnowing points.

Methods. Causal links between the performance characteristics machines pre-treatment of grain and functional indicators of their performance revealed by the method of correlation and regression analysis.

To study and comparison of technical performance and functional performance machines pre-treatment of various grain-producing countries used methods of probability theory and descriptive statistics and applied computer program STATISTICA V10.

Results. Researched and built a chart ranges specific distribution of material and energy, technical performance machines pre-treatment of grain producers from different countries and established trends in these distributions.

Established correlations material and energy intensity per unit area of working (sweeping) and surface area occupied by machines pre-treatment of grain classification of various groups and producers of their technical performance. Identified cancellation of

these relationships regarding types of machines and world manufacturers.

Conclusions. 1. Statistical analysis of technical parameters of machines pre-treatment of grain made it possible to establish that in the context of such classifications as the country of manufacture, manufacturer, type of working body are regressive relationship between their technical performance and functional specific key performance indicators, which are mostly characterized by a high coefficient of determination.

2. The lowest rates of energy and material consumption characterized by inertia machine with pneumatic working bodies, but on the value of the specific area they occupy, these inferior machines flat cylindrical stump- lattice working bodies.

3. Established that the lowest specific energy (0,084 – 0,049 W/(t/h)) and material (7,5 – 4,58 kg/(t/h)) are characterized by inertia machine with pneumatic working bodies of the company «RIELA».

4. The lowest values of specific surface area (0,06 – 0,03 m²/(t/h)) and the area they occupy (0,069 – 0,014 m²/(t/h)) characterized Machinery Concern «Buhler».

Key words: pretreatment of grain, machine manufacturers, specifications, performance.

УДК 631.36

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МАШИН ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОЧИСТКИ ЗЕРНА

Л. Л. Сидорчук, к.т.н., ассистент, email: leonid 42@ukr.net

Львовский национальный аграрный университет

В. И. Днес, к.т.н., ведущий науч. сотруд.

В. И. Скибчик, науч. сотруд.,

Национальный научный центр «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства»

РЕЗЮМЕ

Цель. Раскрыть причинно-следственные связи между технической производительностью машин предварительной очистки зерна и основными функциональными показателями их эффективности, которые являются основой обоснования

рациональных параметров зерноочистительных пунктов.

Методы. Причинно-следственные связи между производительностью машин предварительной очистки зерна и функциональными показателями их эффективности раскрыто с

помощью метода корреляционно-регрессионного анализа.

Для исследования и сравнения значений технической производительности и функциональных показателей эффективности машин предварительной очистки зерна различных стран – производителей использованы методы теории вероятности и описательной статистики, а также прикладная компьютерная программа STATISTICA V10.

Результаты. Исследованы и построены диаграммы диапазонов распределений удельных материалоемкости, энергоемкости, технической производительности машин предварительной очистки зерна различных стран-производителей и установлено тенденции изменения этих распределений.

Установлены корреляционные зависимости удельных материалоемкости, энергоемкости, площади рабочей (очистной) поверхности и площади, занимаемой машинами предварительной очистки зерна различных классификационных групп и производителей, от их технической производительности. Обнаружены отмены этих зависимостей по типам машин, а также и мировым фирмам-производителям.

Выводы. 1. Статистический анализ технических параметров машин предварительной очистки зерна позволил установить, что в разрезе таких классификационных признаков, как страна-произ-

водитель, фирма-производитель, тип рабочего органа существуют регрессионные зависимости между их технической производительностью и основными удельными функциональными показателями эффективности, которые, как правило, характеризуются высоким коэффициентом детерминации.

2. Низкими показателями энерго- и материалоемкости характеризуются машины с пневматическими инерционными рабочими органами, однако, по значению удельной площади, которую они занимают, эти машины уступают машинам с плоскими цилиндрическими пневмо-решетчатыми рабочими органами.

3. Установлено, что низким значениями удельной энергоемкости (0,084 - 0,049 кВт/(т/ч)) и материалоемкости (7,5 - 4,58 кг/(т/ч)) характеризуются машины с пневматическими инерционными рабочими органами фирмы «RIELA».

4. низкими значениями удельной площади рабочей поверхности (0,06 - 0,03 м²/(т/ч)) и площади, которую они занимают (0,069 - 0,014 м²/(т/ч)) характеризуются машины концерна «Buhler».

Ключевые слова: предварительная очистка зерна, машины, производители, характеристики, показатели эффективности.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

На ринку техніки та обладнання для післязбиральної обробки зерна України, існує чимало пропозицій щодо машин попереднього очищення зерна, як вітчизняних, так і зарубіжних виробників. Ці машини відрізняються між собою конструкційними, технологічними, енергетичними та вартісними параметрами (показниками), що ускладнює вибір їх марок для зерноочисних комплексів.

Тому, постає необхідність провести статистичний аналіз параметрів машин попереднього очищення зерна різних виробників, що наявні на українському ринку техніки та розкрити причинно-наслідкові зв'язки між цими параметрами. Відсутність відповідних даних, унеможливило створення ефективних методів проектування зерноочисних пунктів.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Розвиток сільськогосподарського машинобудування в Україні та закордоном зумовив появу великої кількості різнотипних машин, зокрема, машин попереднього очи-

щення зерна. Однак, відсутність узагальненої інформації про сучасні зерноочисні машини, не дає змоги розробити ефективні методи їх вибору [1, 2] та проектування систем післязбиральної обробки зерна. Параметри сучасних машин попереднього очищення зерна, частково проаналізовані у роботі [3]. Проте, увага тут зосереджена на конструкційних особливостях та принципах їх роботи. Наведені технічні характеристики, лише вітчизняних агрегатів і комплексів для післязбиральної обробки зерна не дають змоги об'єктивно розкрити доцільність вибору машин на засадах бережливості.

У праці [4] наведені узагальнені результати досліджень технічних характеристик закордонних і вітчизняних машин та обладнання для післязбиральної обробки зерна. Авторами встановлено слабку кореляційну залежність між продуктивністю та материалоемністю машин попереднього очищення зерна. Дані щодо дослідження інших параметрів цих машин відсутні.

Мета досліджень. Розкрити причинно-наслідкові зв'язки між технічною продуктивністю машин попереднього очищення

зерна та основними функціональними показниками їх ефективності, які є підґрунтям обґрунтування раціональних параметрів зерноочисних пунктів.

Результати досліджень. Технічні параметри (паспортна продуктивність, площа робочої поверхні, маса, сумарна потужність електродвигунів, площа, яку займає кожна машина) близько ста тридцяти вітчизняних та зарубіжних машин попереднього очищення зерна були взяті із паспортів.

Частку українських машин попереднього очищення зерна на внутрішньому ринку техніки презентують такі виробники: ВАТ «Вібросепаратор» [5], «Хорольський механічний завод» [6] та ТзОВ «АЛМА» [7]. Відомими виробниками машин попереднього очищення зерна країнах близького зарубіжжя являються: ВАТ «Воронежсільмаш» [8], «Зерноочистка» [9], «Тверьсільмаш» [10], завод «ROMAX» (Росія) [11]; ТзОВ «Елезер» (Республіка Білорусь) [12]; фірма «ARAJ» (Польща) [13]. У Центральній та Східній Європі світовими брендами зерноочисних машин є фірми «Zmaj» (Сербія), «Westrup» [14], «Cimbria» [15], «Damas» (Данія), «Heid» (Австрія) [16], «Ab Linde Maschinez», «Camas» (Швеція), «Buhler» (Швейцарія) [17], «Petkus» [18], «RIELA» (Німеччина) [19]. У Північній Америці потужними виробниками машин попереднього очищення є фірма «Carter Day International» (США) [20].

Для дослідження і порівняння показників ефективності та продуктивності машин попереднього очищення зерна різних країн-виробників було застосовано методи описової статистики [21, 22].

Для оцінки та порівняння величини центральної тенденції матеріало-енергоємності та продуктивності зерноочисних машин окремих країн-виробників, що відображають найбільш типові значення для означених вибірок, було визначено медіану (Me) значень відповідної характеристики машин.

Для оцінки та порівняння величини розкиду значень характеристик машин попереднього очищення зерна було визначено інтерпроцентильний та інтерквартильний розмах (інтервали) значень показників ефективності та продуктивності машин попереднього очищення зерна окремих країн-виробників.

Результати опрацювання даних про функціональні показники ефективності та технічну продуктивність машин попереднього очищення різних країн-виробників методами описової статистики представлені у вигляді діаграм діапазонів розподілів (так званих коробчастих графіків «Box-whisker») (рис. 1), які наглядно демонструють відразу кілька параметрів розподілу: центральні тенденції (медіану) та характеристики розкиду об'єктів дослідження (25-й та 75-й процентиля, а також 10-й та 90-й процентиля) [22].

Відхилення медіан відносно середніх значень (центрів інтерквартильних розмахів) показників ефективності та продуктивності машин попереднього очищення зерна свідчить, що розподіли цих показників є відмінними від нормального. Аналізуючи розкид значень характеристик даних машин, слід відмітити, що найширший діапазон за питомою матеріалоємністю становлять машини виробництва Росії і Данії, а найвужчий – США та Польщі. За значенням питомої енергоємності, найширшим розкидом характеризуються машини, що виготовляються у Росії, Данії та Німеччині, а найвужчим – США та Республіки Білорусь. Найширшим розкидом значень продуктивності характеризуються швейцарські зерноочисні машини, а найвужчим – білоруські.

Аналіз параметрів розподілів показників ефективності та продуктивності машин попереднього очищення зерна різних країн-виробників свідчить, що найменша питома матеріалоємність характерна для американських машин (9,62 - 21,88 кг/(т/год)), а найбільша – білоруських (22 - 50 кг/(т/год)) (рис. 1, в). Стосовно питомої енергоємності (рис. 1, б) – найменшим значенням характеризуються зерноочисні машини Швейцарії (0,02 - 0,06 кВт/(т/год)) та України (0,02 - 0,09 кВт/(т/год)), а найбільшим – машини Росії (0,10 - 0,23 кВт/(т/год)). Якщо аналізувати дані про продуктивність машин попереднього очищення зерна (рис. 1, а), слід відмітити, що найширший модельний ряд за продуктивністю становлять машини Швейцарії (50 - 200 т/год), Польщі (40 - 180 т/год) та США (42,7 - 170 т/год). Параметричний ряд машин низької та середньої продуктивності становлять машини Данії (20-90 т/год) та України (25-175 т/год).

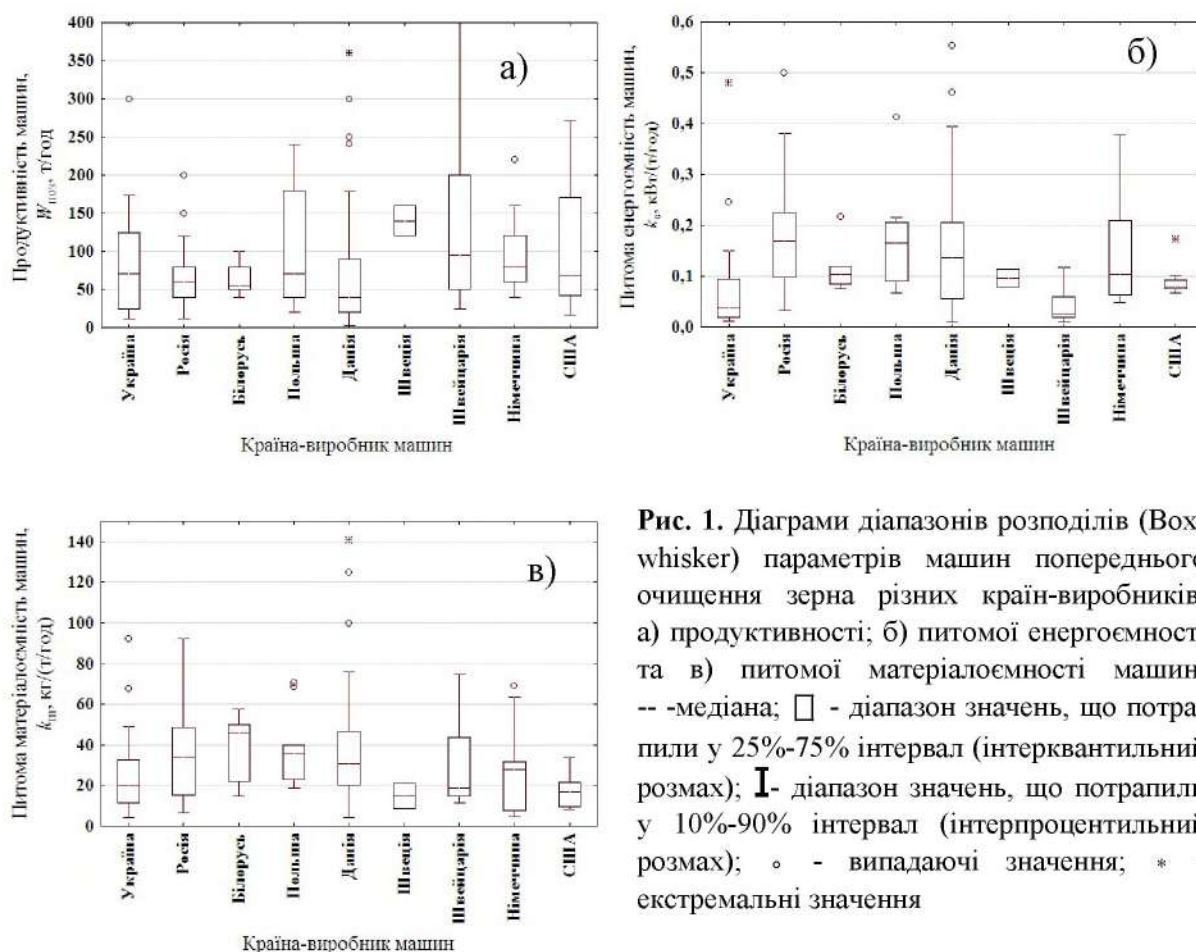


Рис. 1. Діаграми діапазонів розподілів (Box-whisker) параметрів машин попереднього очищення зерна різних країн-виробників: а) продуктивності; б) питомої енергоємності та в) питомої матеріалоємності машин: -- -медіана; \square - діапазон значень, що потрапили у 25%-75% інтервал (інтерквантильний розмах); \mathbf{I} - діапазон значень, що потрапили у 10%-90% інтервал (інтерпроцентильний розмах); \circ - випадючі значення; * - екстремальні значення

Fig. 1. Figures bands distributions (Box-whisker) parameters pre-treatment grain machines of different producing countries: a) performance; b) specific energy and c) the proportion of material vehicles:-- - mediana; - the range of values that were in 25% -75% range (interquartile scope); \mathbf{I} - range of values fell 10% -90% range (interprotsental scope); \circ - drop-down value; * - extreme values

Слід відмітити, що машини попереднього очищення вітчизняного виробництва характеризуються досить низькими значеннями питомої матеріало- (11,33 - 32,6 кг/(т/год)) (рис. 1, в) та енергоємності (0,09 - 0,01 кВт/(т/год)) (рис. 1, б) у порівнянні із зарубіжними машинами, а за продуктивністю здатні задовільнити споживчу потребу у межах 12-175 т/год (рис. 1, а).

Згідно з класифікацією машин попереднього очищення зерна [3] за способом виконання технологічного процесу вони поділяються на три групи: решітні, пневморешітні та пневматичні. За конструктивними особливостями та типом робочих органів машин попереднього очищення зерна, зазначені групи об'єднують наступні підгрупи:

решітні та пневморешітні – самотічні, плоскі та циліндричні; пневматичні – інерційні, турбінні, з похилими та вертикальними каналами.

На підставі результатів аналізу, наявних на ринку техніки України машин попереднього очищення зерна з'ясовано, що в основному вони належать до групи пневморешітних з плоскими і циліндричними робочими органами, а також пневматичних інерційних машин. Відповідно до цього було сформовано вибірку з даних про технічні параметри машин кожної із зазначеної класифікаційної групи.

У результаті математичного опрацювання даних про технічні параметри цих машин стосовно кожної групи було визначено

функціональні показники їх ефективності, зокрема, питому матеріало- та енергоємність, питому площу робочої поверхні (для пневморешітних машин) та питому площу, яку займає машина.

У результаті кореляційно-регресійного аналізу [21] було встановлено залежності питомої енергоємності машин та їх технічної продуктивності (рис. 2), питомої їх матеріалоємності (рис. 3), а також питомої площі робочої поверхні (рис. 4) і питомої площі, яку займає машина (рис. 5) від технічної продуктивності.

Залежність питомих функціональних показників ефективності від технічної продуктивності машин попереднього очищення зерна, здебільшого, характеризується від'ємною кореляцією (окрім пневматичних машин виробництва ТзОВ «АЛМА») та описується степенною регресією:

$$(k_e, k_m, k_{sd}, k_{sl}) = a(W_{II\zeta})^b, \quad (1)$$

де $k_e, k_m, k_{sd}, k_{sl}, W_{II\zeta}$ – відповідно питомі енерго- і матеріалоємність, площа робочої поверхні, площа, яку займає та продуктивність машини попереднього очищення зерна; a, b – коефіцієнти рівняння регресії (табл. 3).

Більшими значеннями показників енергоємності характеризуються машини низької продуктивності (до 50 т/год). Проте, машини з плоскими пневморешітними робочими органами виробництва ВАТ «Хорольський механічний завод» продуктивністю 12 – 80 т/год (рис. 2, а), характеризуються досить низькими показниками енергоємності 0,063 – 0,019 кВт/(т/год) у порівнянні з аналогами за продуктивністю.

Машини з пневматичними інерційними робочими органами (рис. 2, в) характеризуються найнижчими показниками енергоємності. Зокрема для низькопродуктивних машин (ТзОВ «АЛМА») цей показник становить 0,11 – 0,16 кВт/(т/год). Щодо зерноочисних машин ТзОВ «АЛМА», то на відміну від інших машин, для яких характерне зменшення питомої енергоємності зі зростанням продуктивності, для них спостерігається зворотна тенденція (рис. 2, в). Однак, коефіцієнт детермінації ($R^2=0,53$)

вказує, що більше половини значень вибірки, описуються отриманим рівнянням регресії.

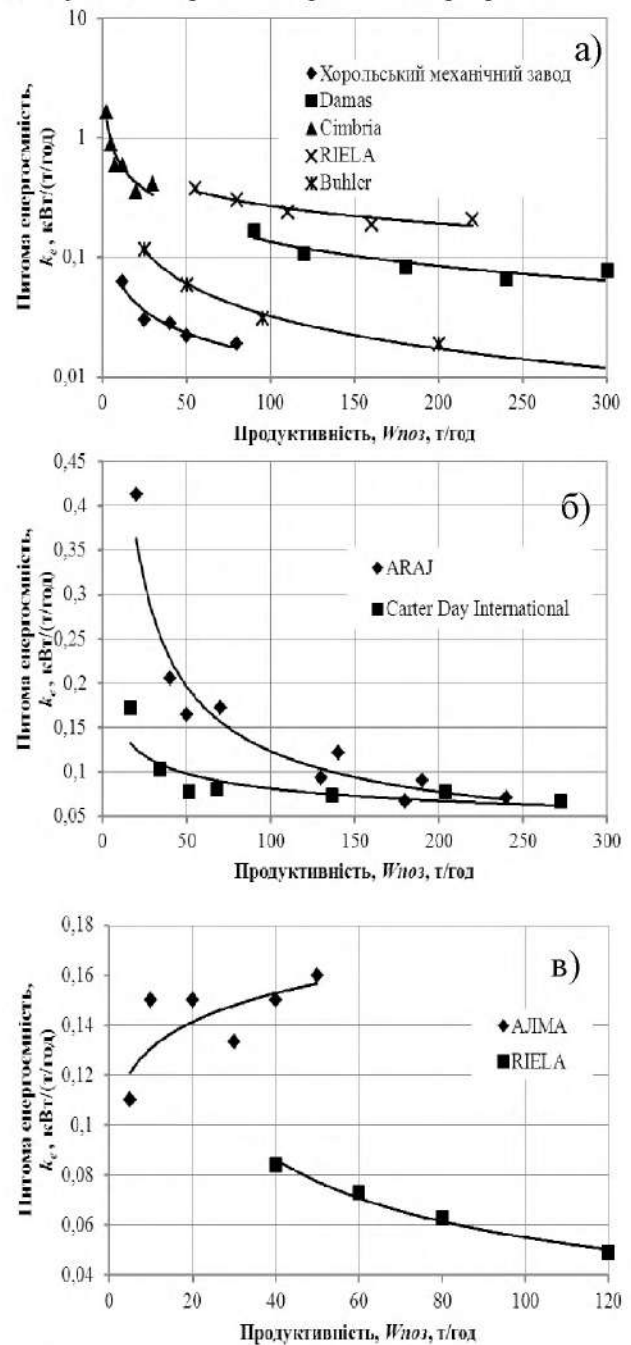


Рис. 2. Залежність енергоємності машин попереднього очищення зерна від їх продуктивності: а) з плоскими пневморешітними, б) з циліндричними пневморешітними та в) з пневматичними інерційними робочими органами

Fig. 2. Dependence the energy intensity machines of pre-treatment grain on their performance: a) flat pneumatic grate; b) with cylindrical pneumatic grate; c) with pneumatic inertial working bodies

Аналіз показників питомої енергоємності зерноочисних машин різних класифікаційних груп, свідчить що найвищі показники притаманні машинам з плоским пневмо-решітними робочими органами (рис. 2, а). Для низькопродуктивних машин (до 50 т/год), цей показник знаходиться в межах 0,02 – 1,6 кВт/(т/год). Для високопродуктивних машин – 0,02 – 0,2 кВт/(т/год).

Таблиця 3. Значення коефіцієнтів рівнянь регресії та коефіцієнтів детермінації залежностей показників ефективності машин попереднього очищення зерна від їх продуктивності

Table 3. The coefficients regression equations and coefficients determination of dependencies performance machines pre-treatment grain on their performance

Підприємство - виробник	k_m			k_a			k_{s0}			k_{s1}		
	a	b	R^2	a	b	R^2	a	b	R^2	a	b	R^2
Пневмо-решітні плоскі машини												
ВАТ «Хорольський механічний завод»	145,53	-0,45	0,93	0,26	-0,62	0,93	0,37	-0,13	0,54	0,26	-0,29	0,86
Фірма «Damas»	1754,7	-0,81	0,99	3,01	-0,67	0,83	0,1	1	1	2,53	-0,78	0,99
Фірма «Cimbria»	254,56	-0,51	0,96	2,35	-0,57	0,89	1,73	-0,19	0,59	3,43	-0,75	0,98
Фірма «RIELA»	128,56	-0,31	0,58	2,48	-0,48	0,87	-	-	-	11,77	-1,29	0,92
Концерн «Buhler»	-	-	-	2,09	-0,91	0,99	0,19	-0,30	0,73	0,22	-0,31	0,97
Пневмо-решітні циліндричні машини												
Фірма «ARAJ»	259,78	-0,48	0,93	2,72	-0,67	0,93	0,84	-0,39	0,96	0,80	-0,46	0,97
Фірма «Carter Day International»	155,66	-0,53	0,97	0,28	-0,27	0,72	0,09	-0,28	0,66	0,78	-0,46	0,96
Пневматичні машини												
ТзОВ «АЛМА»	90,48	-0,62	0,96	0,10	0,11	0,53	-	-	-	1,17	-0,91	0,99
Фірма «RIELA»	35,53	-0,43	0,96	0,53	-0,49	0,98	-	-	-	-	-	-

Залежність питомої матеріалоємності машин попереднього очищення зерна від їх продуктивності (рис. 3) характеризується від'ємною кореляцією і також відображається ступенною регресією. Високі значення коефіцієнтів детермінації R^2 (табл. 3), отриманих регресійних моделей, вказують на їх адекватність.

Аналізуючи регресійні моделі залежностей питомої матеріалоємності від продуктивності (рис. 3), слід відмітити, що для зерноочисних машин низької продуктивності (до 50 т/год) («Cimbria», «АЛМА»), характерною є висока матеріалоємність, а її зміна від продуктивності машин носить стрімкий характер, на відміну від середньо- та високопродуктивних машин.

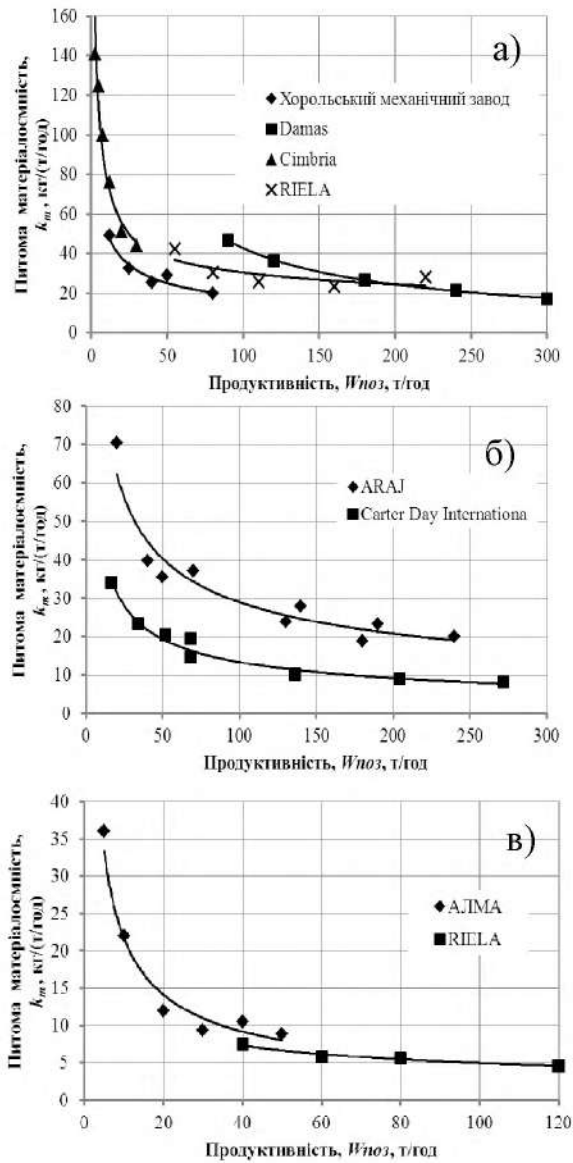


Рис. 3. Залежність матеріалоємності машин попереднього очищення зерна від їх продуктивності: а) з плоскими пневмо-решітними, б) з циліндричними пневмо-решітними та в) з пневматичними інерційними робочими органами

Fig. 3. Dependence of material machines of pre-treatment grain on their performance: a) flat pneumatic grate; b) with cylindrical pneumatic grate; c) with pneumatic inertial working bodies

Машини з плоскими пневмо-решітними робочими органами низької продуктивності (рис. 3, а) характеризуються найвищими показниками матеріалоємності – 40-140 кг/(т/год). Для машин високої продуктивності

цей показник є суттєво нижчим – 18-20 кг/(т/год).

Найнижчі показники матеріалоємності притаманні для пневматичних зерноочисних машин (рис. 3, в), які для машин низької продуктивності, коливаються в межах 9- 36 кг/(т/год), а для машин високої – 4-5 кг/(т/год). Це зумовлено конструкційними особливостями машин різних класифікаційних груп. Найбільш складними у цьому відношенні є машини з плоскими пневмо-решітними робочими органами, а простими – з пневматичними інерційними.

Залежність питомої площі робочої поверхні машин попереднього очищення зерна від їх продуктивності, здебільшого, також характеризується від'ємними кореляціями та відображається степеневим рівнянням регресії (рис. 4).

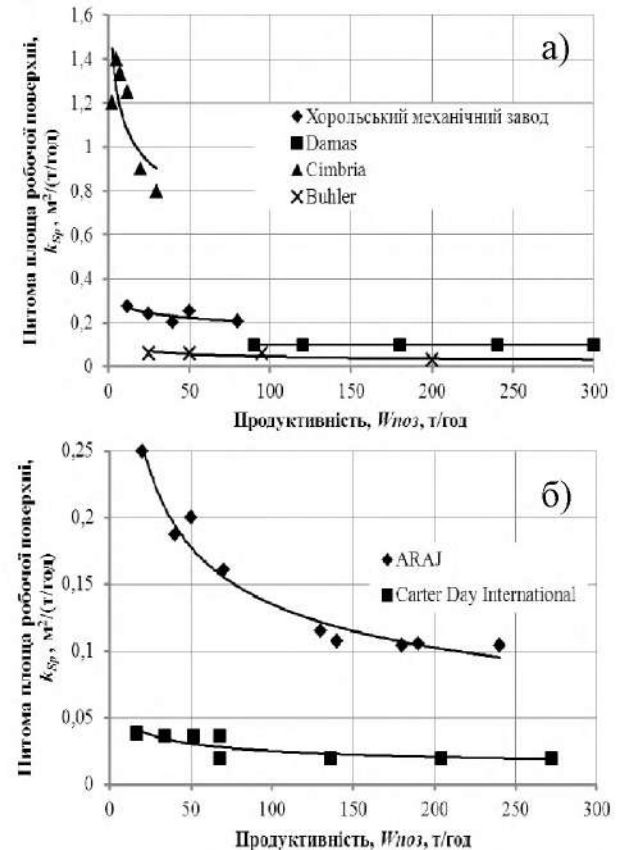


Рис. 4. Залежність питомої площі робочої поверхні машин попереднього очищення зерна від їх продуктивності: а) з плоскими пневмо-решітними та б) циліндричними пневмо-решітними робочими органами

Fig. 4. Dependence of specific surface area machines of pre-treatment grain to their performance: a) flat pneumatic grate; b) with cylindrical pneumatic grate working bodies

Аналіз кореляційних зв'язків між питомою площею робочої поверхні машин та їх продуктивністю свідчить, що для більшості машин представлених груп та виробників, існує слабкий обернений зв'язок. Зі зміною (збільшенням) продуктивності зерноочисних машин, значення їх питомої площі робочої поверхні мініється (зменшується) не суттєво. Так, для ряду машин з плоскими пневмо-решітними робочими органами концерну «Buhler» (рис. 4, а), продуктивність яких становить 25 – 400 т/год цей показник змінюється від 0,06 до 0,03 м²/(т/год). Для ряду пневмо-решітних циліндричних машин фірми «Carter Day International» (рис. 4, б) продуктивністю 16,3 – 272 т/год він зменшується від 0,038 до 0,02 м²/(т/год). Для ряду машин фірм «Cimbria» (рис. 4, а) та «ARAJ» (рис. 4, б) спостерігається суттєвий степеневий обернений зв'язок між зазначеними показниками.

Залежність питомої площі, яку займають машини попереднього очищення зерна від їх продуктивності, як і у попередніх випадках, характеризується від'ємною кореляцією та відображають степеневу регресію (рис. 5).

Слід зауважити, що найбільший розмах цього показника притаманний машинам з плоскими пневмо-решітними робочими органами, який коливається від 1,54 м²/(т/год) («Cimbria») до 0,013 м²/(т/год) («RIELA») (рис. 5, а). А для машин з циліндричними пневмо-решітними робочими органами фірм «ARAJ» та «Carter Day International» (рис. 5, б) криві регресії співпадають.

Машини з плоскими пневмо-решітними робочими органами попереднього очищення зерна характеризуються найменшими значеннями питомої площі k_{Si} (за винятком машин «Cimbria»), які варіюють у межах 0,13 - 0,013 м²/(т/год) (рис. 5, а).

Слід також відмітити, що низькопродуктивні машини характеризуються високими значеннями показника питомої площі. Наприклад, для пневмо-решітних плоских машин фірми «RIELA» продуктивністю 55 т/год даний показник становить 0,069 м²/(т/год), а для машини 220 т/год – 0,014 м²/(т/год) (рис. 5, а).

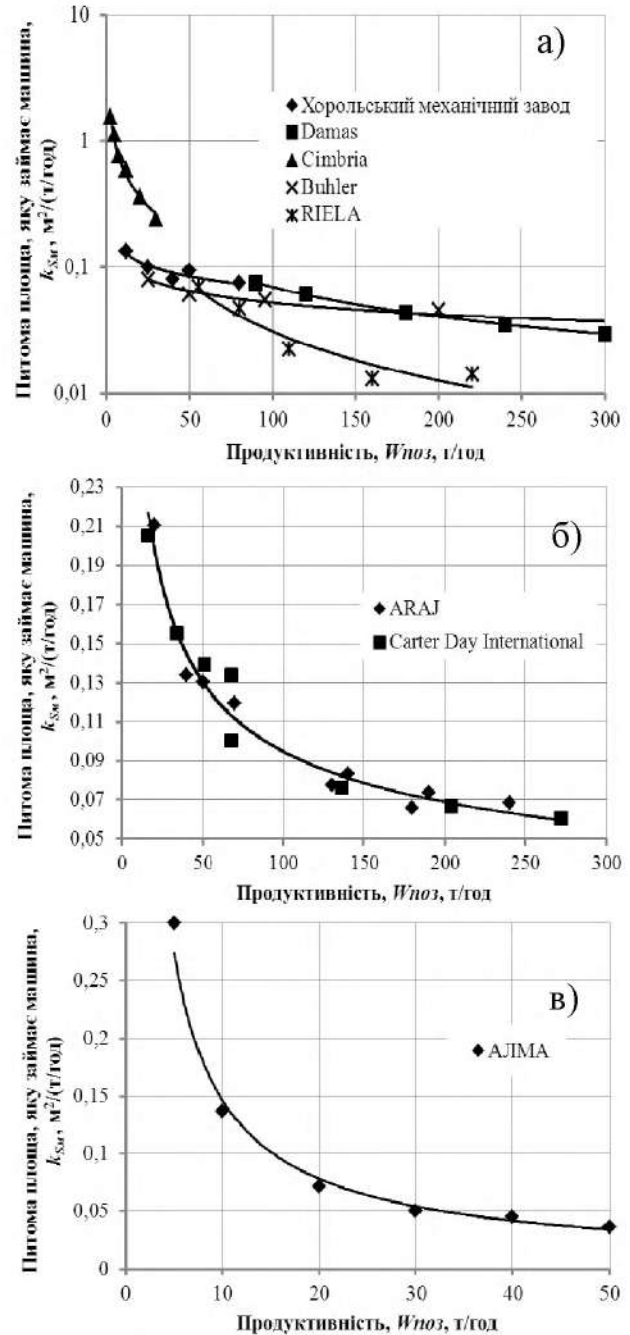


Рис. 5. Залежність питомої площі, яку займають машини попереднього очищення зерна від їх продуктивності: а) з плоскими пневмо-решітними, б) циліндричними пневмо-решітними, в) інерційними робочими органами

Fig. 5. Dependence of specific areas occupied by machines of pre-treatment grain on their performance: a) flat pneumatic grate; б) with cylindrical pneumatic grate; в) with inertial working bodies

ВИСНОВКИ

1. Статистичний аналіз технічних параметрів машин попереднього очищення зерна дав змогу встановити, що у розрізі таких класифікаційних ознак, як країна-виробник, фірма-виробник, тип робочого органу існують регресійні залежності між їх технічною продуктивністю та основними питомими функціональними показниками ефективності, котрі характеризуються високим коефіцієнтом детермінації.

2. Найнижчими показниками енерго- і матеріалоємності характеризуються машини з пневматичними інерційними робочими органами, однак за значенням питомої площі, яку вони займають, ці машини поступаються машинам з плоским циліндричними пневморешітними робочими органами.

3. Встановлено, що найнижчими значеннями питомої енергоємності (0,084 – 0,049 кВт/(т/год)) та матеріалоємності (7,5 – 4,58 кг/(т/год)) характеризуються машини з пневматичними інерційними робочими органами фірми «RIELA».

4. Найнижчими значеннями питомої площі робочої поверхні (0,06 – 0,03 м²/(т/год)) та площі, яку вони займають (0,069 – 0,014 м²/(т/год)) характеризуються машини концерну «Buhler».

Бібліографія

1. Сидорчук О.В. Системні засади дослідження машин / Сидорчук О.В., Гадзало Я.М./ Механізація та електрифікація сільського господарства. Міжвідомчий тематичний науковий збірник - Глеваха: ННЦ "Інститут механізації та електрифікації сільського господарства", 2013. – Випуск №98, Т.2 – С. 344 – 353.

2. Тригуба А.М. Функціональна модель технологічної системи аграрного виробництва / А.М. Тригуба, П.В. Шолудько // Вісник Львівського державного аграрного університету: Агроінженерні дослідження. – 2012. – №16. – С.25–30.

3. Ямпілов С.С. Технологическое и техническое обеспечение ресурсо-энергосберегающих процессов очистки и сортирования зерна и семян / С.С. Ямпілов. - Улан-Удэ: ВСГТУ, 2003. - 262с.

4. Розробити статистичні імітаційні моделі технологічних систем обслуговування багатонomenclатурних потоків зернових і кормових культур під час збирання урожаю, дослідити їх та обґрунтувати раціональні параметри за заданих

виробничих умов / С. Степаненко [та ін.]. – НААН, ННЦ «ІМЕСГ». – Глеваха, 2015. – 227 с. – Деп. в УкрІНТЕІ 24.12.15., №ДР 0111U003615.

5. Стационарное оборудование [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.vibroseparator.ua/productions/grain-treatment-equipment/fixe-equipment.html>.

6. Сепараторы зерноочистительные [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://mehzavod.com.ua/catalog/>.

7. Зерноочистительные машины ALMA [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.alma-separator.com/>.

8. Зерноочистительная техника [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://vselmash.ru/catalog/fixe_treatment_equipment/#content.

9. Машины зерноочистительные [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.zernoochistka.ru/oborudovanie/zernoochistka>.

10. Зерноочистительная техника [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.tsm.tvcom.ru/>.

11. Зерноочистительные машины ALFA [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.zavodromax.com/products/>.

12. Зерноочистительная техника [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://elezer.by/products.html>.

13. Сепараторы [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.araj.pl/ru/oferta/13/cjeparator.html>.

14. Машины предварительной очистки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://russian.westrup.com/index.php/2015-05-26-12-59-51>.

15. Решения по обработке семян [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.cimbria.ru>.

16. Maschinenfabrik HEID Aktiengesellschaft [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.heid.info/index.htm>.

17. Products [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.buhlergroup.com/northamerica/en/home.htm#_VyUUhCFDHUc.

18. PETKUS Продукция [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://russian.petkus.de/produkte>.

19. Зерноочисні машини [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.riela.com.ua/proposal/zernoochysni-mashyny>.

20. Carter Day Petrochemical Products [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.carterday.com/>.

21. Василенко О. А. Математично-статистичні методи аналізу у прикладних дослідженнях: навч.

посіб. / О. А. Василенко, І. А. Сенча. – Одеса: ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2011. – 166 с.

22. Вентцель Е.С. Теория вероятностей / Е.С. Вентцель. - 4-е изд. - М.: Высш. шк., 1969. - 576 с.

23. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA / О.Ю. Реброва. - М.: Медиасфера, 2006. - 312 с.

References

1. Sydorhuk O.V. Systemni zasady doslidzhennia mashyn / Sydorhuk O.V., Hadzalo Ia.M./ Mekhanizatsiia ta elektryfikatsiia silskoho hospodarstva. Mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk - Hlevakha: NNTS "Instytut mekhanizatsii ta elektryfikatsii silskoho hospodarstva", 2013. – Vypusk №98, T.2 –S.344 – 353.

2. Tryhuba A.M. Funktsionalna model tekhnolohichnoi systemy aharnoho vyrobnytstva / A.M. Tryhuba, P.V. Sholudko // Visnyk Lvivskoho derzhavnogo aharnoho universytetu: Ahroinzhenerni doslidzhennia. – 2012. – №16. – S.25–30.

3. Yampylov S.S. Tekhnolohycheskoe y tekhnicheskoe obespechenye resurso-enerhosberehaiushchykh protsessov ochystky y sortirovaniya zerna y semian / S.S. Yampylov. - Ulan-Ude: VSHTU, 2003. - 262s.

4. Rozrobtyi statystychni imitatsiini modeli tekhnolohichnykh system obsluhovuvannia bahatonomenklaturnykh potokiv zernovykh i kormovykh kultur pid chas zbyrannia urozhaiu, doslidyty yikh ta obruntuvaty ratsionalni parametry za zadanykh vyrobnychykh umov / S. Stepanenko [ta in.]. – NAAN, NNTs «IMESH». – Hlevakha, 2015. – 227 s. – Dep. v UkrINTEI 24.12.15., №DR 0111U003615.

5. Statsyonarnoe oborudovanye [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://www.vibroseparator.ua/productions/grain-treatment-equipment/fixe-equipment.html>.

6. Separatory zernoochystytelnye [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://mehzavod.com.ua/catalog/>.

7. Zernoochystytelnye mashyny ALMA [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://www.alma-separator.com/>.

8. Zernoochystytelnaia tekhnika [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://vselmash.ru/catalog/fixe-treatment-equipment/#content>.

9. Mashyny zernoochystytelnye [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://www.zernoochistka.ru/oborudovanie/zernoochistka>.

10. Zernoochystytelnaia tekhnika [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://www.tsm.tvcom.ru/>.

11. Zernoochystytelnye mashyny ALFA [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://www.zavodromax.com/products/>.

12. Zernoochystytelnaia tekhnika [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://elezer.by/products.html>.

13. Separatory [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://www.araj.pl/ru/oferta/13/cjeparator.html>.

14. Mashyny predvartelnoi ochystky [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://russian.westrup.com/index.php/2015-05-26-12-59-51>.

15. Resheniya po obrabotke semian [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://www.cimbria.ru>.

16. Maschinenfabrik HEID Aktiengesellschaft [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://www.heid.info/index.htm>.

17. Products [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: http://www.buhlergroup.com/northamerica/en/home.htm#_VyyUhCFDHUc.

18. PETKUS Produktsyia [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://russian.petkus.de/produkte>.

19. Zernoochysni mashyny [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://www.riela.com.ua/proposal/zernoochysni-mashyny>.

20. Carter Day Petrochemical Products [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://www.carterday.com/>.

21. Vasylenko O. A. Matemachno-statystychni metody analizu u prykladnykh doslidzhenniakh: navch. posib. / O. A. Vasylenko, I. A. Sencha. – Odessa: ONAZ im. O. S. Popova, 2011. – 166 s.

22. Venttsel E.S. Teoryia veroiatnostei / E.S. Venttsel. - 4-e yzd. - М.: Vyssh. shk., 1969. - 576 с.

23. Rebrova O.Iu. Statystycheskyi analiz medytynskykh dannykh. Prymenenye paketa prykladnykh prohram STATISTICA / O.Iu. Rebrova. - М.: Medyasfera, 2006. - 312 s.

References

1. Sydorhuk O.V. System research foundations machines/ Sydorhuk O.V., Hadzalo Ya.M./ Mechanization and electrification of agriculture. Interdepartmental thematic scientific collection – Hlevakha: NSC “ Institute for Agricultural Engineering and Electrification”, 2013. – Issue No.98, vol.2 – P. 344 - 353.

2. Tryhuba A.M. Technological system functional model of agriculture / A.M. Tryhuba, P.V. Sholudko // Bulletin of Lviv State Agrarian University: Ag Engineering studies. - 2012. - №16. – P. 25-30.

3. Yampylov S.S. Technological and technical support resource-energy-saving treatment processes

and sortstion of grain and seeds / S.S. Yampylov. - Ulan-Ude: ESSTU, 2003. - 262 p.

4. Develop statistical simulation models of technological systems a multiple service flows of grain and forage crops during harvesting, explore them and justify rational parameters for a given production conditions / S. Stepanenko [et al.]. - NAAS, NSC "IAEE." - Glevakha, 2015. - 227p. - Dep. UkrISTEI in 24.12.15., №SR 0111U003615.

5. Stationary equipment [Electron resource]. - Access mode: <http://www.vibroseparator.ua/productions/grain-treatment-equipment/fixed-equipment.html>.

6. Grain separators [Electron resource]. - Access mode: <http://mehzavod.com.ua/catalog/>.

7. Grain-treatment machines ALMA [Electron resource]. - Access mode: <http://www.alma-separator.com/>.

8. Grain treatment equipment [Electron resource]. - Access mode: http://vselmash.ru/catalog/fixed_treatment_equipment/content.

9. Grain-treatment machines [Electron resource]. - Access mode: <http://www.zemoochistka.ru/oborudovanie/zemoochistka>.

10 Grain treatment equipment [Electron resource]. - Access mode: <http://www.tsm.tvcom.ru/>.

11. Grain cleaners ALFA [Electron resource]. - Access mode: <http://www.zavodromax.com/products/>.

12 Grain treatment equipment [Electron resource]. - Access mode: <http://elezer.by/products.html>.

13. Separators [Electron resource]. - Access mode: <http://www.araj.pl/ru/oferta/13/cjeparator.html>.

14. The pre-treatment machines [Electron resource]. - Access mode: <http://russian.westrup.com/index.php/2015-05-26-12-59-51>.

15. Decisions on the seed treatment [Electron resource]. - Access mode: <http://www.cimbria.ru>.

16. Maschinenfabrik HEID Aktiengesellschaft [Electron resource]. - Access mode: <http://www.heid.info/index.htm>.

17. Products [Electron resource]. - Access mode: <http://www.buhlergroup.com/northamerica/en/home.htm#VyyUhCFDHUc>.

18. PETKUS products [Electron resource]. - Access mode: <http://russian.petkus.de/produkte>.

19. Crop treatment machines [electronic resource]. - Access: <http://www.riela.com.ua/proposal/zemoochysni-mashyny>.

20. Carter Day Petrochemical Products [electronic resource]. - Access: <http://www.carterday.com/>.

21. Vasylenko O. A. Mathematical and statistical methods of analysis in applied research: teach. guidances. / O. A. Vasylenko, I. A. Sencha. - Odesa: ONAT im. O. S. Popova, 2011. - 166 p.

22. Venttsel E.S. Probability Theory / E.S. Venttsel. - 4th ed. - M.: High Society, 1969. - 576 p.

23. Rebrova O.Yu. Statistical analysis of medical data. Application package of applied programs STATISTICA/ O.Yu. Rebrova. - M.: Mediasphere, 2006. - 312 p.