

FRI-8.121-1-AMT&ASVM-07

ABOUT INFORMED CHOICE OF MACHINERY FOR FIELD CROP GROWING

Eng. Valery Ganchev Spiridonov
Department of Agricultural Engineering,
“Angel Kanchev” University of Ruse
Phone: 082888442
E-mail: wgs@abv.bg

***Abstract:** To be a choice informed potential buyer need to have enough data about process of crop growing, technological and technical characteristics of farm machinery. Usually manufactures and traders offer only some information presenting positively machines. That is why in the paper is presented list of essential data to make well-founded decision. For level of tractor-machine units a method and procedure are suggested. They are based on summarized agricultural management data from standards, handbooks, and manuals. A spreadsheet make easier the process of field capacity and fuel consumption prediction. Field efficiency values are defined by analogy or for linked processes by simulating. Procedure is included in an ergatic system. For level of tractor-machines fleet a similar approach is used. This allows complex improvement of tractors and attachments selection. Moreover decision making take into consideration crops rotation sequence, duration of plants growth phases, data for field capacity and fuel consumption, yearly equipment used and employment of workers. In such way, farmers can decide what to buy on base of enough objective information.*

***Keywords:** tractors and attachments selection, ergatic system, multistage procedure*

ВЪВЕДЕНИЕ

Обикновено такъв въпрос възниква при нужда от придобиване, продажба, наемане или даване под наем на машини, технологично, икономически или по друг начин свързани в машинен парк. Преглеждайки подобни въпроси в интернет (Four rules), (Which tractor), (Farm), може да останем с впечатление, че отговорът вече е намерим. Всъщност понякога ни се предлагат конкретни марки и модели трактори, комбайни, работни машини, без обосновка, но с примамливи обещания. Друг път не се отчитат конкретните условия и възможностите за интензивно използване на техниката. Срещат се и съвети, акцентиращи само върху отделни предимства или недостатъци на тракторите или работните машини, но неубедителни като подход за цялостна оценка. Препоръчва се допълнително конкретно да се вземат предвид мощността и горивната ефективност на двигателя, на вала за отвеждане на мощност и неговият тип, теглото на техниката, начина на свързване на енергетични и работни машини, трансмисията и ходовата система, кинематичните възможности (How to choose), (Tractor selection), (Beloev, 2012), (Vezirov, 2012, 2013 – 1, 2014).

ИЗЛОЖЕНИЕ

Направеният кратък преглед на съветите за избор на техника според някои нейни основни характеристики показва чести условни, нееднозначни или твърде общи препоръки. Причините са в едновременното действие на много и често с противоположно влияние фактори върху ефективността при експлоатацията ѝ. Това естествено затруднява вземането на решение за конкретни условия. Преди няколко десетилетия при ограничения асортимент на машини частично представя за възможните за сменна изработка и специфичен разход на гориво даваха съответните норми (типични или конкретни за дадено стопанство). Сега държавата се отказва от такава дейност, а и нуждата от подобна информация е значително по-малка.

Донякъде този проблем може да се отстрани с консултантска помощ за вземането на решението за избор на трактор, комбайна или друга машина (за предпочитане от независими експерти). Друга възможност е обективна подкрепа на базата на предварителни пресмятания

за очакваната производителност на избраната техника. Така изборът остава на инвеститора, който да прогнозира последиците и да поеме риска при неправилно решение.

Процедурата за определяне на производителността и разхода на гориво е описан подробно в (Vezirov, 2014). Естествено най-напред се дефинира операцията с най-важните ѝ характеристики като дълбочина, височина на работа, количество на прибираните или разпределяни продукти от/на полето. Практическата реализация на въпросния алгоритъм включва въвеждане на минимално количество данни, достъпни от проспектите на техниката. Например за тракторите това са тип на ходовата система и мощност на двигателя; за работните машини – брой в агрегата, единична работна ширина и брой на работните органи или обработвани редове; за сцепката – тегло, коефициент на самопредвижване и фронт; вид на почвата (терена). Останалата информация е систематизирана от стандарт и справочници и е достъпна в приложени таблици към софтуера. Тя включва степен на използване на работната ширина, препоръчвана работна скорост, степен на използване на сменното време, коефициенти за определяне на теглителното и приводно съпротивление, основно от (ASAE 497.4) и (Handbook, 1969). При необходимост може да се ползват и други данни – от научни изследвания, изпитвания и за конкретни природни условия и налична техника.

Части от използваната електронна таблица са показани по-долу.

номинална ефективна мощност ↓										β&eta		V&u03bc&ao			Femc										
енергетична машина				работни машини										Сцепка											
селскостопанска работа	марка, модел	тип: 1- 4x2 2- MFDW 3- 4x4 4- верижна	Рен, W	марки, модели	брой в агрегат			единична ширина, м				брой редове, органи в			max скорост, m/s			на сцепката	марка, модел	Gc, kg	Фс, м	fc			
					n1	n2	n3	B1	B2	B3	β	1. вид машини	2. вид машини	3. вид машини	V1	V2	V3								
святба с вапирене				DT-75M	4	66200	C3-3.75	ZKBF-1.4	1	1	3,8	4	1,00	6	2,8	3,3									
дълбочина на обработка,										V&u03bc&ao															
Т				първи вид машини										втори вид машини			трети вид машини								
степен на ползване				1- малки машини, сеялки			Fi				A			B			C			межд. инно			N/m		
1. вид машина	2. вид машина	3. вид машина	4. с настилка	1. вид машина	2. вид машина	3. вид машина	N/ (m²cm)	N*s/ (m²*cm)	N*h²/ (km²*m²*cm)	межд. инно	N/m	N/ (m²cm)	N*s/ (m²*cm)	N*h²/ (km²*m²*cm)	межд. инно	N/m	N/ (m²cm)	N*s/ (m²*cm)	N*h²/ (km²*m²*cm)	межд. инно	N/m				
0,22			0,76	1			1,00	652	0	5,1	14692	14692			0	0					0	0			
Rвoм ≈ a + b* Va + c * F										при η < 2/3 - работа на частични режими															
Rвoм				β&eta		степен на натоварване по мощност ↓																			
χм	a	b	c	F	ηд	V доп	Va*β	Rвoм	Rт	Rтвoм	Рео	Реп	η	gr	Gcm	Wcm	g	проверка за фронт на сцепката							
N/m	kw	kw/m	kWh/t	t/h	-	m/s	m	kw	kw	kw	kw	kw	-	kg/kWh	kg/смяна	dka/смяна	g/dka								
14692	0	0	0	0	0,89	2,20	0,7	0	21	21	33	50	0,67	0,372	75	29	2630								

Фиг. 1. Част от електронна таблица за определяне на сменна производителност и специфичен разход на гориво.

В колонки Wcm и g се виждат въпросните резултати 29 dka/смяна и 2630 g/dka. За проверка на въвежданите данни се показват и междинните резултати от преметанията. Въпреки минималния брой въвеждани данни, точността на резултатите е приемлива за прогнозни цели и предварителни оценки (погрешност до 7 - 10%).

Възможно е някои от данните давани от производители или търговци да са неточни. Става дума за подвеждаща информация: купувача няма данни за производителност и очаква по-висока такава при заявена по-висока постъпателна скорост. За прибиращата техника (с изключение на тази от Русия и Беларус) няма данни за пропускателна способност. За съжаление има и примери за технически данни, включващи само тегло, габаритни размери и брой на работните органи. Тогава се налага да разчитаме на данни за аналогична техника.

Друг проблем е уточняването на намалението на производителността на агрегати, осъществяващи свързани операции. Лошото съгласуване по количество и параметри води до

намаление на **производителността за прибиращи или разпределящи агрегати и/или обслужващи агрегати** (за превоз, товарене, разтоварване, претоварване, преработка...). Подробности за симулацията за възпроизвеждане на подобно взаимодействие са посочени от (Vezirov, 2017).

След решаване и на този проблем може да пристъпим към оценка на избора цялостно, представяйки работата на полето като система. Това означава цялостно решение за всички култури през един стопански цикъл с включване на различни възможни избори на техника по вид, марка, количество, начин на агрегиране...

Предвид многократното и успешно прилагане на конкретен човеко-машинен подход, описан в (Vezirov, 2013 – 2), търсим нужния отговор по аналогичен начин. Накратко две групи ресурси подлежат на оптимизация: времеви, кадрови и материални.

Сроковете за изпълнение на работите се описват с формули, свързващи последната операция за предшественика, дейности с дълъг срок, в който може да се осъществят и последващите ги в технологичния ред. Например дълбоката оран трябва да се проведе 10 – 14 дни след подметката на стърнището, за да поникнат плевелите и самосевките. Допълнително със същата цел може да се използват фенологични карти, а за актуализиране на времевите ресурси – фенологични, агрометеорологични и други прогнози. Броят на работните дни се определя на базата на препоръки в литературата и се уточнява според количеството работа, агрометеорологичните условия по статистически наблюдения и производителността на възможните агрегати (виж по-горе). Продължителността на работа в една смяна и в денонощие (респективно сменността) в началото са нормални – 8 часа или по-малко при работа с вредности.

Кадровите и материалните ресурси включват изпълнителите, техниката, нужния енергоносител, разпределяния или събиран продукт от полето. По правило те се определят за единица площ. По-сложно е при взаимосвързани операции. В такъв случай се преизчисляват производителността и разхода на гориво примерно както е показано в (Vezirov, 2017). Допълнително количествата на ресурсите се привеждат към производителността на обслужваните агрегати (прибиращи или разпределящи). Например, ако производителността на обслужвания агрегат е 1, а на обслужващия е 2, то ресурсът за последния ще е $\frac{1}{2}$. Това значи примерно на един тракторист за агрегат за торене ще е необходим $\frac{1}{2}$ тракторист на трактора за превоз на тора. По подобен начин се преизчисляват специфичните разходи на гориво, електроенергия, торове, препарати, семена, вода за единица площ. Това става автоматизирано.

Определянето на нужните ресурси започва с това за тракторите, комбайните и товарните автомобили, едновременно с броя на обслужващите ги трактористи, комбайнери и шофьори. Целта е да се получи целочислено решение (с приемливо отклонение) и да се използват възможно по-малко такива ресурси. Намалението на броя на енергетичните средства може да стане с използване на всички работни дни в срока и работа на повече смени (ако е допустимо от технологията и има съответни изпълнители). При ползване на съвременна техника също може да се увеличава продължителността на една смяна до допустимата от закона 12 часа, ако условията за работа не са тежки. Естествено тези предложения се правят за дейностите с върхова (пикова) потребност от съответните ресурси. Автоматизирано построяването на графики за заетостта на такива ресурси улесняват намалението на съответния максимален брой ресурси. След определянето на максималните потребности от техника и хора се предлага използването им най-пълно в невърховите периоди с намаляване на сменността, продължителността на смяната до 8 часа и работните дни. При това се следи прогнозираният брой агрегати да не води до надвишаване на вече определените бройки от основни ресурси. Софтуерът позволява също определяне на нужното гориво по срокове и целогодишно, очакваната средна заетост на ресурсите за търсене на начини за подобрене и оценка на предлаганото решение.

При възпроизвеждането на дейностите в полевъдството може да се търсят и други пътища за обосновано намаление на максимално необходимите ресурси. Такива може да са:

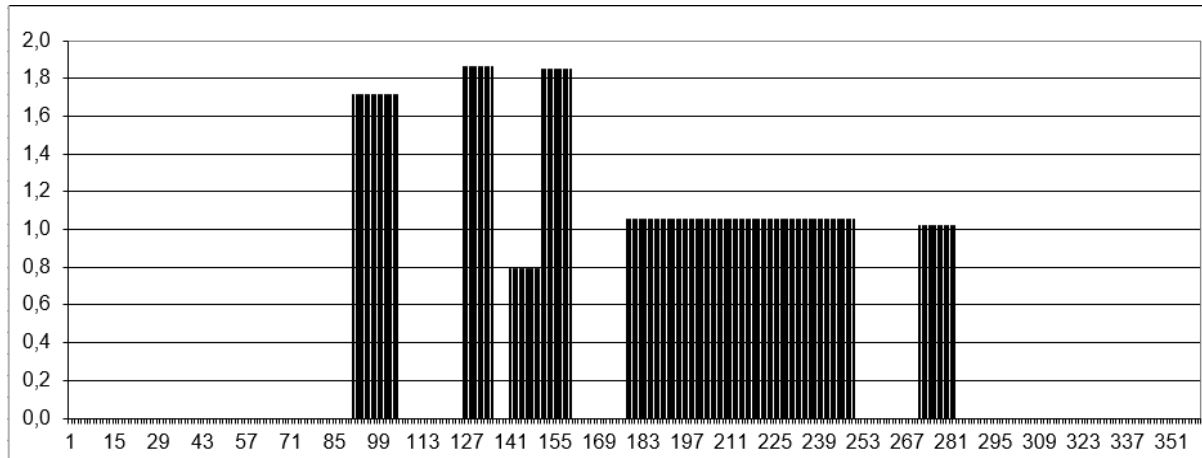
въвеждане на култури с различни продължителности на срока на вегетация и фази на растеж и развитие (за избягване съвпадението на върхови нужди от ресурси за повече култури), промяна на площите на културите и даже на сеитбообръщенията; наемане на техника и изпълнители отвън... Естествено за това са нужни добро познаване на технологиите, на възможностите на техниката и на конкретните условия.

На фиг. 2. е показана част от електронната таблица с данни за ресурсите за две дейности при царевица за зърно на 1100 dka. Наименованията на ресурсите са променени, за да се избегне неволно рекламиране. Например торовете са описани като Азот, Калий, Фосфор вместо с търговките им означения.

ИОЗТ 2019		вид и брой за едно технологично звено за 1 смяна на съответния ресурс: техника, торове, семена, разтвори, вода																					
0	1	19	20	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
№	селскостопанска работа	производителност за смяна	разход за 1 работа	1. вид ресурс	брой в 1 звено	2. вид ресурс	брой в 1 звено	3. вид ресурс	брой в 1 звено	4. вид ресурс	брой в 1 звено	5. вид ресурс	брой в 1 звено	6. вид ресурс	брой в 1 звено	7. вид ресурс	брой в 1 звено	8. вид ресурс	брой в 1 звено	9. вид ресурс	брой в 1 звено	10. вид ресурс	брой в 1 звено
1	Подметка на стърнище	185	680	Трактор 3,0	1	Брана д.7	1	Тек	1	Дизелово	16												
2	Товарене, превоз и торене на калиев тор 15 kg/dka и фосфорен тор 30 kg/dka	421	96	Трактор 1,4	1	Торачка 2,5	1	Трактор 1,4	0,1	Товарач 0,8	0,1	Трактор 3,0	0,3	ремарше 9	0,3	Тек	1,4	Дизелово	7,85	Фосфор	2	Калий	1

Фиг. 2. Част от електронната таблица с данни за ресурсите за две дейности при царевица за зърно.

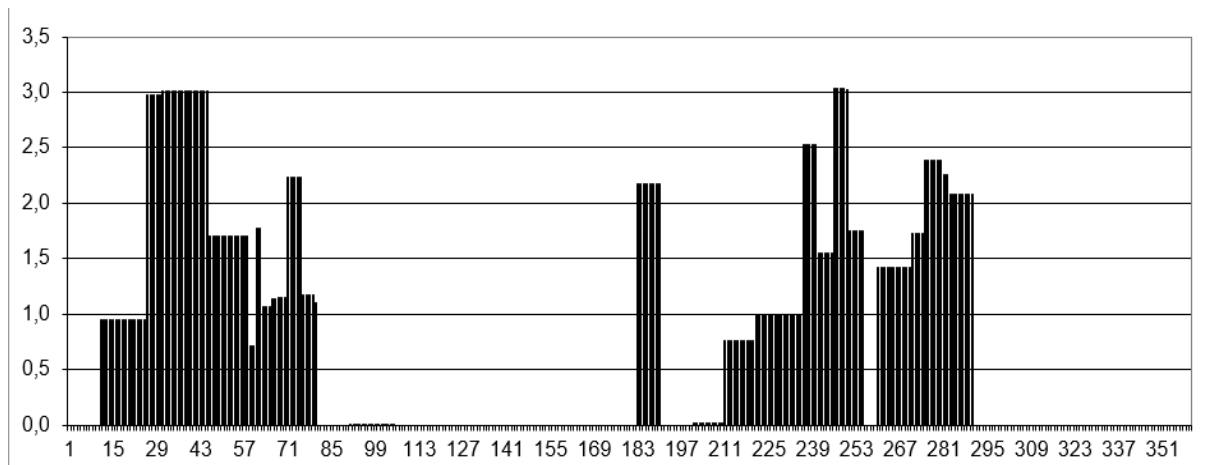
Очакваната заетост по ресурси се получава автоматизирано. Пример за ресурс Трактор 1,4 е даден на фигура 3. Бройките от съответния ресурс са по ординатата, а по абсцисата са дните от годината с обща поредна номерация. Вижда се, че в конкретното стопанство са нужни 2 трактора с условно означение „Трактор 1,4“. Най-голяма е нуждата от този окопен трактор за подготовка на почвата за сеитба, сеитба и окопаване. В част от годината ще се ползва само по един брой от тях, а в твърде дълъг период те ще престоят (както и трактористите им). Средногодишната им заетост е само 250 h. За сравнение „Трактор 3,0“ е с 375 h.



Фиг. 3. График за заетостта през годината на тракторите „Трактор 1,4“ при царевица за зърно на площ 550 dka.

Използването на трактор от по-висок клас „Трактор 3,0“ сеитбообръщение с царевица, пшеница и слънчоглед може да се намали (244 h) поради по-малката му нужда за пшеница (в

две полета) – фиг. 4. Заетостта в началото на годината е свързана с осъществяване на противоерозионни операции върху замръзнала почва, което е твърде енергоемка дейност. Окопният трактор практически не променя заетостта си. При тази обща площ от 2200 dka отново не се осигурява достатъчна заетост на механизаторите през годината. При двуполна сеитбообръщение на същата площ натоварването му е още по-малко – 150 h, тъй като целта е използване на най-малко ресурси, включително гориво. С други думи, трябва да се търси начин за увеличаване заетостта на механизаторите, например с използването на една марка трактори, подходяща за почвообработка и за окопаване, например от клас 2,0.



Фиг. 4. График за заетостта през годината на тракторите „Трактор 3,0“ за пшеница, царевица за зърно, слънчоглед на площ 2200 dka.

Известно е, че целесъобразното решение на всеки проблем е невъзможно без правилна методика и достоверни данни. В този смисъл нашата идея е опит за балансирано съчетаване на подходящ подход и възможно по-обективна информация.

ИЗВОДИ

Предложените процедура и софтуер позволяват ползване на много по-реалистични данни за възможностите на техниката в полевъдството и рационализиране на отглеждането на културите с обосновани промени основно на ресурсите от време с цел намаляване на нужната техника и хора. Така в по-голяма степен може да се ползват знанията на специалистите за технологиите, техниката и конкретните условия. За илюстриране на възможно приемливите решения, освен обосноваване на нуждата от техника и хора, автоматизирано се предлагат графици за заетост през година, средногодишна заетост. Проектантът и/или инвеститорът лесно (с малки промени на входните данни) могат да възпроизведат решения с различни видове ресурси и за различни площи, култури и технологии. Така ролята на човек при вземане на решение не се ограничава, а само подпомага с повече и по-разностранна информация.

“Докладът отразява резултати от работата по проект No 18-ФАИ-01, финансиран от фонд „Научни изследвания“ на Русенския университет.

REFERENCES

Four rules for choose of second hand tractor. (In Bulgarian: 4 правила при избор на трактор “втора ръка”.) http://www.bgfarmer.bg/Media/Documents/bf_agro_ocasion_br4.pdf
ASAE 497.4. Agricultural Machinery Management Data.

Beloev H. et al. 2012. Technologies for growing and harvesting of winter oilseed rape and for biodiesel producing from rape seed. (In Bulgarian: Технологии за отглеждане и прибиране на зимна маслодайна рапица и за производство на биодизел от рапични семена.)

Farm Machinery Selection. <https://www.extension.iastate.edu/agdm/crops/html/a3-28.html>

Handbook on tractor and machines fleet exploitation. 1969. (*In Russian: Пособие по эксплуатации машинно-тракторного парка.*)

How to Choose a Transmission for Your Tractor. <http://www.tractor.com/features/how-to-choose-a-transmission-for-your-tractor-1598.html>

Tractor selection. <https://aea.uk.com/news/static/assets/downloads/tractor-selection.pdf>

Vezirov Ch. et al. 2012. Classification and selection of tillage machines with passive working tools. (*In Bulgarian: Класификация и избор на машини за досеитбена обработка на почвата с пасивни работни органи. В: Научни трудове на Русенския университет, Русе, стр. 155 – 159.*)

Vezirov Ch. Resources using in agriculture. 2013 - 1. (*In Bulgarian: Използване на ресурсите в земеделието,*) <https://e-learning.uni-ruse.bg/index.php>

Vezirov Ch. et al. 2013 – 2. Determination of resources necessities in agricultural production. IN: Proceedings of the 41. International symposium on Agricultural engineering, Actual Tasks on Agricultural Engineering, Opatija. pp. 24-33.

Vezirov, Ch. et al. 2014. Approach, limits and criteria for farm machinery replacement in agriculture.. In: ISB-INMA TEH'. International Symposium: Agricultural and Mechanical Engineering, Bucurest, pp. 57-64.

Vezirov Ch. et al. 2017. Optimization of linked processes on example of wheat and maize harvest. Proceedings of University of Ruse, <http://conf.uni-ruse.bg/bg/docs/cp17/1.1/1.1-4.pdf>

Which tractor is better to buy. (*In Russian: Какой трактор лучше купить.*) http://tym-mitsubishi.ru/kakoy_traktor_luchshe