

СОГЛАСОВАНИЕ СОСТАВЛЯЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ПОСЕВА ОЗИМЫХ КУЛЬТУР

¹Александр Сидорчук, ¹Игорь Ивасюк, ¹Владимир Украинаец, ²Павел Луб

¹ННЦ «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства»

²Львовский национальный аграрный университет

смт. Глеваха, Васильковский р-н, Киевська обл.

¹Oleksandr Sydorчук, ¹Igor Ivasyuk, ¹Volodymyr Ukranec', ²Pavlo Lub

¹National scientific center "Institute of mechanization and electrification of agriculture"

²Lviv national agrarian university

Аннотация. Отмечена необходимость учета стохастического влияния агрометеорологической составляющей технологической системы обработки почвы и посева озимых культур на показатели эффективности ее функционирования и, в частности, параметры технологических комплексов машин. Обобщенно методику исследования почвообрабатывающе-посевных процессов на основании методов статистического имитационного моделирования. Представлены результаты согласования составляющих технологической системы для стоимостного критерия эффективности.

Ключевые слова: обработка почвы, посев, озимые культуры, агрометеорологические условия, риск эффективности, моделирование, механизированные процессы, технологическая система, согласование составляющих, эффективность.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Сельскохозяйственные предприятия (СХП) Украины, которые выращивают озимые культуры, ежегодно рискуют получить значительные потери будущего урожая в результате несвоевременности выполнения технологических операций по обработке почвы и посева (ОПП), а также неблагоприятного действия агрометеорологических условий осеннего и зимнего периодов [1,5]. Учитывая неуправляемость последних основное внимание, относительно снижения потерь урожая, следует уделить своевременности соответствующих механизированных процессов. Одним из основных путей решения этого задания есть согласование таких составляющих технологической системы (ТС), как характеристики производственной программы озимых культур и параметры технологических комплексов почвообрабатывающе-

посевных машин (ТКПП) с учетом переменчивого влияния агрометеорологических условий летне-осеннего периода на сроки выполнения этих процессов.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Анализ научно-методических положений относительно обоснования параметров парка машин в полеводстве свидетельствует о том [3,9,12], что их использование для оценки эффективности ТКПП является ограниченным и нуждается в доработке. Это предопределено тем, что они не учитывают зависимость функциональных показателей почвообрабатывающе-посевных процессов от объективного влияния агрометеорологических условий на сроки начала, длительности и завершения соответствующих процессов. Поэтому непосредственное их использование для согласования составляющих ТС ОПП может привести к ошибочным инженерным решениям.

ПОСТАНОВКА ЗАДАНИЯ

Цель исследования повысить эффективность процессов обработки почвы и посева озимых культур на основании системного согласования характеристик производственной программы озимых культур с параметрами ТКПП с учетом стохастического влияния агрометеорологических условий на сроки выполнения этих процессов.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Системный анализ производственной системы выращивания озимых культур убеждает в том [8], что она состоит из множества подсистем: 1) снабжения; 2) технологической; 3) транспортной; 4) обслуживающей; 5) переработки и хранения продукции; 6) про-

даже продукции; 7) управленческой. Не углубляясь в сущность этих подсистем, отметим что каждая из них имеет свои функции, подчиненность и ограничение.

Относительно ТС ОПП то она выполняет работы, которые непосредственно связаны с превращением начальных материалов в конечные продукты. В ТС выполняются механизированные процессы ОПП, процессы ухода за растениями и процессы уборки урожая, которые направлены на поочередное превращение предмета труда (агрофона полей) из одного качественного состояния в другой с целью достижения конечного результата ее функционирования, - получение урожая растительной продукции.

Рассматривая явление качественного превращения агрофона поля как предмета труда процессов ОПП озимых культур, приходим к выводу о наличии четкой последовательности, цикличности и взаимной зависимости главных технологических операций, что выполняются в пределах этой подсистемы. В частности, результаты выполнения отдельной операции формируют начальные условия для выполнения следующей и так далее. Общим признаком этих работ является то, что реализация каждой из них происходит по определенным этапам. Характеристики времени наступления этих этапов и использования технологического комплекса соответствующих машинных агрегатов, происходит при условии возникновения специфических событий в ТС. Для процессов ОПП, такие события значительной мерой предопределены влиянием агрометеорологических условий на состояние агрофона поля, а следовательно и на характеристики почвообрабатывающе-посевных процессов летне-осеннего периода.

Системный анализ причин возникновения этих событий дал возможность выделить такие их группы: 1) базовые (созревание предшественника и начало функционирования ТКПП, начало и завершение погожих и ненастных промежутков, возникновение требования уничтожения сорняков, возникновение требования посева озимой культуры, возникновение потерь урожая культуры в результате несвоевременного посева, возникновение крайних сроков посева озимых культур); 2) производные (возникновение тре-

бования выполнения таких технологических операций как лущение, пахота, сплошная культивация, предпосевное возделывание и посев).

В соответствии с наличием "природной" составляющей (агрометеоумов [7] и агрофона полей СГП [10]) и ее влияния на исполнение упомянутых процессов во времени исследования показателей эффективности ТКПП необходимо осуществлять с учетом системно-событийных тенденций формирования сроков возникновения требований выполнения соответствующих технологических операций и их очередности. В основу этих научно-методических утверждений положена элементарная ТС "производственная программа - агрометеорологические условия - комплекс машин", которая рассматривается как замкнутая система с соответствующими влияниями, параметрами и характеристиками ее функционирования.

Для раскрытия сущности ее функционирования, а следовательно разработки специфических методов и моделей ее исследования [2,4], реализуется системно-факторный (выделяют группы факторов эффективности, устанавливаются их взаимосвязи, управляемость и т.д.) и системно-событийный подход (выделяют множества базовых и производных событий, работ в ТС, а также раскрываются причинно-следственные взаимосвязи между ними), а следовательно разрабатывается концептуальная модель упомянутой ТС. В концептуальной модели выделяются составляющие и элементы, а также взаимосвязи между ними которые важны для достижения цели исследования (моделирования) [2].

Разработка концептуальной модели сделала возможным определить множество элементов и закономерностей функционирования ТС ОПП проявление которых необходимо отобразить в статистической имитационной модели этих процессов для того, чтобы получить достоверные результаты исследования. Выполнение компьютерных экспериментов с такой моделью даст возможность установить функциональные характеристики ТС в которой используется ТКПП с соответствующими параметрами, а следовательно осуществить их согласование с характеристиками производственной програ-

ммы озимых культур на основании стоимостного критерия.

Руководствуясь этим, разработаны методы и модели отображения объективного влияния предметной и агрометеорологической составляющих ТС на ход почвообрабатывающе-посевных процессов в разрезе летне-осеннего периода. На этом основании разработана статистическая имитационная модель процесса и выполнены компьютерные эксперименты. Это дало возможность оценить функциональные показатели процессов ОПП, установить их закономерности в соответствии с изменением характеристик производственной программы озимых культур и постоянных параметров ТКПП, выполнить их стоимостное оценивание и решить оптимизационную задачу относительно поиска таких характеристик производственной программы упомянутых культур при которых стоимостный критерий эффективности (совокупные удельные расходы: удельные эксплуатационные расходы и удельные технологические потери) достигает своего экстремума, а следовательно согласовать характеристики производственной программы озимых культур с параметрами ТКПП.

Компьютерные эксперименты со статистической имитационной моделью почвообрабатывающе-посевных процессов летне-осеннего периода выполнены для ТКПП, который сформирован на базе трактора кл. 3 - ХТЗ-17021, который поочередно работает с сельскохозяйственными машинами (для операции лущения - ХТЗ-17021 + ЛДГ- 15,

$W_{\text{чac}} = 4,43$ га/час; пахоты - ХТЗ-17021 + ПЛН-5-35, $W_{\text{чac}} = 1,10$ га/час; сплошной культивации - ХТЗ-17021 + С-11У + ЗКПС-4ПП, $W_{\text{чac}} = 5,90$ га/час; предпосевной обработки и посева - ХТЗ-17021 + АПП-6, $W_{\text{чac}} = 3,15$ га/час) и выполняет плановую программу работ. Производственная программа озимых культур сформирована в соответствии со структурой посевных площадей современных СГП Дубенського района Ровенской области, Украина : (озимая пшеница – 45,2; озимая рожь – 24,4; озимый рапс – 30,4). Пределы площадей озимых культур для которых выполнялось моделирование почвообрабатывающе-посевных процессов составляли – 10-300 га.

В результате выполнения компьютерных экспериментов и обработка результатов установлено зависимости : 1) вероятности опоздания с почвообрабатывающе-посевными процессами от площади озимых культур в СХП (рис. 1, рис. 2); 2) оценок математического ожидания длительности опоздания с почвообрабатывающе-посевными процессами от площади озимых культур; 3) оценок математического ожидания объемов несвоевременно посеянных площадей от площади озимых культур. На основании последней зависимости и известной методики стоимостного оценивания объемов технологических потерь [9], получены уравнения зависимостей этих потерь для смоделированных почвообрабатывающе-посевных процессов (табл., рис. 3).

Таблица. Уравнение зависимостей стоимостных оценок технологических потерь почвообрабатывающе-посевных процессов от площади озимых культур в СХП

Table. Equalization of cost estimations dependences of soil-tillage and sowing processes technological losses from the area of winter crops

Культура	Уравнение зависимости	Корреляционное отношение
Озимая пшеница	$B_{\text{мл}}^{\text{оп}} = 9 \cdot 10^{-10} \cdot S_o^6 - 9 \cdot 10^{-7} \cdot S_o^5 + 3.58 \cdot 10^{-5} \cdot S_o^4 - 6.8 \cdot 10^{-3} \cdot S_o^3 + 0.6085 \cdot S_o^2 - 21.23 \cdot S_o + 208.3$	0,963
Озимая рожь	$B_{\text{мл}}^{\text{ожс}} = 3.15 \cdot 10^{-11} \cdot S_o^6 + 2.7 \cdot 10^{-8} \cdot S_o^5 - 1 \cdot 10^{-5} \cdot S_o^4 + 2.8 \cdot 10^{-3} \cdot S_o^3 - 0.18635 \cdot S_o^2 + 26.633 \cdot S_o - 238.56$	0,986
Озимый рапс	$B_{\text{мл}}^{\text{оп}} = -2.34 \cdot 10^{-10} \cdot S_o^6 + 3.1 \cdot 10^{-7} \cdot S_o^5 - 1.5 \cdot 10^{-10} \cdot S_o^4 + 0.0351 \cdot S_o^3 - 3.7526 \cdot S_o^2 + 162.75 \cdot S_o - 1828.2$	0,984

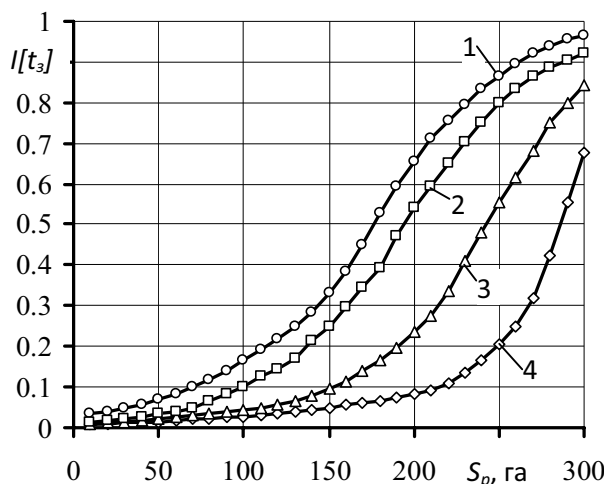


Рис. 1. Зависимость вероятности опоздания почвообрабатывающе-посевных процессов от площади озимых культур: 1 - в технологической системе; 2 - озимая рожь; 3 - озимый рапс; 4 - озимая пшеница

Fig. 1. Dependence of probability with soil-tillage and sowing processes delay from the volumes of winter crops : 1 - in the technological system; 2 - winter rye; 3 - winter rape; 4 - winter wheat

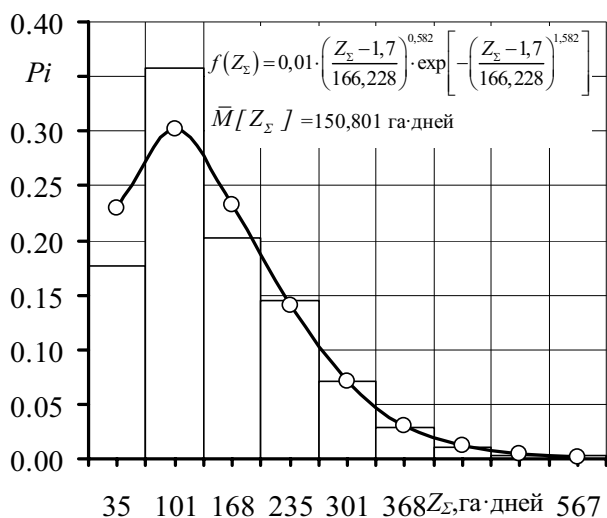


Рис. 2. Распределение суммарного объема невовременно посеянных площадей озимых культур (площадь - 250 га, ТКПП с трактором кл. 3)

Fig. 2. Distribution of total volume of the winter crops areas which are sown too late (area - 250 hectares, machines complex with tractor of class 3)

Анализ этих закономерностей убеждает в весомости научно-прикладной задачи согласования характеристик производственной программы озимых культур с параметрами ТКПП и минимизации технологических потерь почвообрабатывающе-посевных процессов.

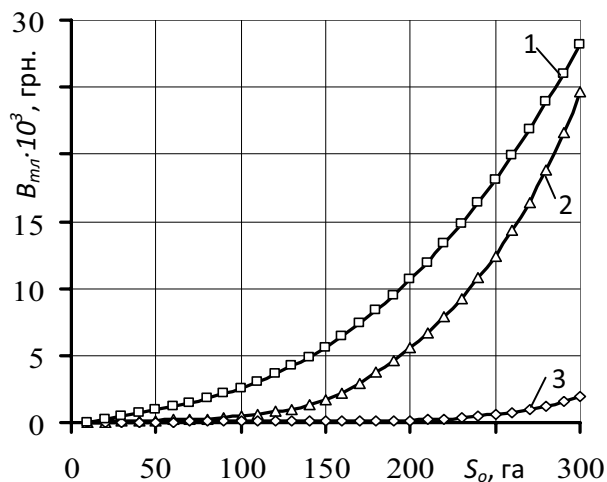


Рис. 3. Закономерность изменения объемов технологических потерь почвообрабатывающе-посевных процессов для ТКПП с неизменными параметрами и переменными площадями озимых культур в СХП: 1 - озимая рожь; 2 - озимый рапс; 3 - озимая пшеница

Fig. 3. Dependence of volumes change of soil-tillage and sowing technological losses for machines complex with unchanging parameters and variable areas of winter crops: 1 - winter rye; 2 - winter rape; 3 - winter wheat

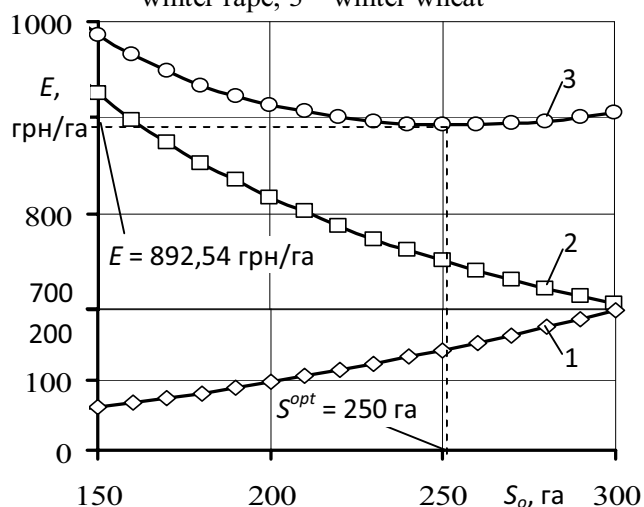


Рис. 4. Согласование характеристик производственной программы озимых культур с параметрами ТКПП (комплекс машин с трактором - ХТЗ-17021): 1 - удельные потери; 2 - удельные эксплуатационные расходы; 3 - удельные совокупные расходы

Fig. 4. Concordance of the productive program of winter crops descriptions with the parameters of machine complex (for three winter crops, machine complex with tractor - ХТЗ-17021): 1 - specific losses; 2 - specific expenses; 3 - specific combined charges

Пользуясь установленными закономерностями изменения функциональных характеристик ТКПП, в частности закономернос-

тью изменения оценок математического ожидания [6] объемов фактически исполненных работ отдельными машинными агрегатами, и известными методами стоимостного оценивания эксплуатационных расходов [11] установлена зависимость их удельных показателей от площади озимых культур.

Сочетая эти показатели с показателями удельных технологических потерь урожая озимых культур (в результате несвоевременного их посева), решена оптимизационная задача по установке минимальных совокупных удельных расходов в почвообрабатывающе-посевных процессах (рис. 4).

Полученные результаты констатируют возможность согласования характеристик производственной программы озимых культур СГП с параметрами ТКПП с учетом влияния агрометеорологической составляющей ТС на основании оценок математического ожидания соответствующих функциональных показателей. Такое согласование составляющих ТС на практике дает возможность обеспечить минимальные совокупные удельные расходы средств почвообрабатывающе-посевных процессов в пределах - 892,54 грн/га, при условии использования сформированного ТКПП (на базе трактора кл. 3) на оптимальной площади озимых культур - 250 га.

При других значениях производственной площади озимых культур совокупные удельные расходы упомянутых механизированных процессов будут больше, что не отвечает критериям согласованности.

Таким образом, полученные результаты компьютерных экспериментов являются важной предпосылкой разработки организационно-технологических рекомендаций относительно повышения эффективности почвообрабатывающе-посевных процессов благодаря согласованию таких составляющих ТС как характеристики производственной программы озимых культур и параметры ТКПП с учетом стохастического влияния агрометеорологических условий летне-осеннего периода на своевременность выполнения соответствующих технологических операций.

ВЫВОДЫ

В результате рассмотрения процессов механизированной обработки почвы и посе-

ва озимых культур установлена значительная зависимость сроков их выполнения от совокупного влияния агрометеорологической и предметной составляющих на протяжении летне-осеннего периода. Учет этих особенностей в методах и моделях системного исследования почвообрабатывающе-посевных процессов даст возможность отобразить системно-событийные особенности функционирования соответствующего комплекса машин, выполнить многократную реализацию статистической имитационной модели и получить репрезентативные выборки показателей относительно своевременности выполнения этих процессов, оценить эксплуатационные расходы и технологические потери, развязать оптимизационную задачу, а следовательно обосновать рекомендации относительно параметров технологических комплексов машин. На основании выполненных компьютерных экспериментов с разработанной статистической имитационной моделью механизированных процессов обработки почвы и посева озимых культур установлен факт того, что применение сформировано на базе трактора кл. 3 технологического комплекса почвообрабатывающе-посевных машин на оптимальной производственной площади - 250 га даст возможность обеспечить минимальные совокупные удельные расходы средств упомянутого процесса на уровне - 892,54 грн/га.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ahrarnyy sektor Ukrayiny [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu: <http://agroua.net>.
2. Alyanah I.N. 1988. Modelirovanie vychislitelnyh sistem / L.: Mashinostroenie – 233.
3. Bondar S.M. 2002. Obgruntuvannya ratsional'noho skladu ta efektyvnoho vykorystannya kompleksiv mashyn dlya osnovnoho obrobтку gruntu v umovakh zony Polissya Ukrayiny: avtoref. dys. na zdobuttya nauk. Stupenya kand. tekhn. nauk – Kyiv. – 19.
4. Buslenko N.P. 1978. Modelirovanie slozhnyh sistem – M.: Nauka, – 351.
5. Valova produktsiya sil's'koho hospodarstva Ukrayiny (u postynnykh tsyfrakh 2010 r.): Statystychnyy zbirnyk / Za red. N.S. Vlasenko. –K. : Derzhavna sluzhba statystyky. – 2012. – 48.

6. Gershgorn A.S. 1961. Elementy teorii veroyatnostey i matematicheskoy statistiki : uchebn. pos – Lvov, – 254.
7. Gringof I.I. 1987. Agrometeorologiya. / L.: Gidrometeoizdat, – 310.
8. Druzhinin V. V. Sistemotekhnika 1985. M. : Radio i svyaz, – 200.
9. Kirtbaya Yu.K. 1982. Rezervy v ispolzovanii mashinotraktornogo parka – M.: Kolos. — 320.
10. Lykhochvor V.V., Petrychenko V.F., Ivashchuk P.V., Korniychuk O.V. 2010. Roslynyntstvo. Tekhnolohiyi vyroshchuvannya sil's'kohospodars'kykh kul'tur / 3-ye vyd., vyprav. ta dopovn. – L'viv: NFV "Ukrayins'ki tekhnolohiyi", – 1088.
11. Marchenko V. 2003. Metodyka vyznachennya pokaznykiv ekonomichnoyi efektyvnosti vykorystannya kompleksiv mashyn ta mashynno-traktornoho parku / Zbirnyk nauk. pr. NAU : Mekhanizats. s.h. vyr-va. – T.KhIV. – 189-194.
12. Sydoruk O.V., Lub P.M., Ivasyuk I.P. ta in. 2012. Vplyv predmetnykh umov na terminy vykonannya gruntoobrobno-posivnykh robot litn'o-osinn'oho periodu / MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture – Lublin, Vol. 14. 16-20.
13. Sydoruk O.V. 2005. Metod vyznachennya vtrat vrozhayu sil's'kohospodars'kykh kul'tur vnaslidok nesvoyechasnoho vykonannya mekhanizovanykh protsesiv ril'nystva / Odesa. — Tom.7. – 87-91.
14. Tymochko V. 2011. Orhanizatsiyno-tekhnolohichni zakhody enerhozberezhennya pid chas zbyrannya oliynykh ta zernovykh kul'tur / MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture – Lublin, Vol. 13D. 22-30.
15. Tryhuba A.M. 2011. Protsesy upravlinnya intehrovanymy proektamy ahrarnoho vyrobnytstva / MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture – Lublin, Vol. 13D. 37-42.
16. Finn E.A. Optimizatsiya ekspluatatsionnykh sistem selskohozyaystvennoy tehniky: avtoref. dis. na soiskanie uch. stepenya dokt. tehn. nauk –Novosibirsk, 1989. – 40.
17. Flys I. 2011. Scientific and practical aspects of project management for production and re-processing complexes / TEKA / Polish academy of sciences // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture – Lublin, Vol. 11. 83-91.

CONCORDANCE OF CONSTITUENTS OF TECHNOLOGICAL SYSTEM OF TILL OF SOIL AND SOWING OF WINTER CROPS

Summary. The necessity of stochastic influence reflection of agricultural meteorology terms in the technological system of soil- tillage and winter crops sowing on the efficiency indexes and parameters of technological machines complexes is marked. The research methods of soil-tillage and winter crops sowing processes on the basis of the statistical imitation modeling methods are generalized. The results of constituents concordance of the technological system on the cost efficiency criterion are presented.

Key words: soil-tillage, sowing, winter crops, agricultural meteorology terms, risk of efficiency, modeling, mechanized processes, technological system, concordance of constituents, efficiency.