

## **СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ПОДПРОГРАММ ІСПОЛЬЗОВАНИЯ И ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ**

*Выполнен системный анализ связей между подпрограммами технического сервиса и уборки зерновых, масличных и бобовых культур. Определены условия эффективности управления ими.*

**Ключевые слова:** *подпрограммы, комбайны, уборка, зерно, согласованность, системы, управления.*

## **SYSTEM ANALYSIS AND USE ROUTINES TECHNICAL SERVICE COMBINES**

*The systematic analysis of the relationship between technical service routines and harvesting of cereals, oilseeds and legumes. Defined the conditions of effective management.*

**Key words:** *sub, harvesters, harvesting, grain, consistency, system management.*

УДК 658.51:631.3

## **МЕТОДИКА ПОТОЧНОГО ОЦІНЕННЯ СВОЄЧАСНОСТІ ГРУНТООБРОБНО-ПОСІВНИХ РОБІТ**

**О.В. Сидорчук**, докт. техн. наук, проф., чл.-кор. НААН,

**В.А. Українець**, здобувач

*ННЦ «ІМЕСГ»;*

**О.А. Сятковський**, здобувач

*Мирогощанський аграрний коледж;*

**П.М. Луб**, канд. техн. наук

*Львівський національний аграрний університет*

---

*Розкрито сутність поточного оцінення своєчасності ґрунтообробно-посівних робіт стосовно системно зумовлених часових обмежень на їх виконання. Означено поняття «зони технологічного ризику» як узагальненого показника відповідності між технологічно потрібним та природно дозволеним фондом часу на їх виконання. Акцентовано на важливості розвитку науково-методичних положень адаптивного виконання робіт у рільництві.*

**Ключові слова:** *обробіток ґрунту, сімба, своєчасність, ризик, втрати, методи, моделі, адаптування, ефективність.*

---

**Вступ.** Загальновідомо, що своєчасність механізованих процесів

© О.В. Сидорчук, В.А. Українець, О.А. Сятковський, П.М. Луб.

Механізація та електрифікація сільського господарства. Вип. 97. 2013.

виросування сільськогосподарських культур є важливою передумовою отримання високих врожаїв, це стосується й процесів обробітку ґрунту та сівби. Забезпечення цих вимог на практиці здійснюється на підставі узгодження обсягів робіт (характеристик виробничої програми вирощування сільськогосподарських культур) із параметрами технологічного комплексу машин, а також тривалістю природно дозволеного фонду часу на виконання ґрунтообробно-посівних робіт у розрізі того чи іншого сезону.

Науково-методичні положення вирішення цих завдань повинні ґрунтуватись на системно-подієвому аналізі некерованих тенденцій формування агрометеорологічно та предметно зумовлених термінів ґрунтообробно-посівних робіт, а також методах статистичного імітаційного моделювання цих процесів із врахуванням стохастичного впливу «природного» середовища на часові характеристики їх виконання. Виконання комп'ютерних експериментів із такими моделями дасть змогу встановити функціональні характеристики відповідних комплексів машин [5], а відтак розробити рекомендації сільськогосподарським підприємствам (СГП) щодо підвищення ефективності відповідних механізованих процесів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Чинні методи та моделі із обґрунтування параметрів парку машин рільничих СГП [4] не враховують стохастичність і системний вплив предметної та агрометеорологічної складових ґрунтообробно-посівного процесу на часові характеристики його виконання. Оскільки вони ґрунтуються на нормативах потреб у техніці і дають змогу встановити «базовий» комплекс машин для заданих (усереднених) агротехнічних термінів робіт [2], то їх застосування [6], на жаль, не дає змоги об'єктивно оцінити комплекс машин, який функціонує в «природних» умовах і для яких характерним є посезонна мінливість термінів початку, тривалості та завершення робіт.

**Мета дослідження** – розкрити науково-методичні положення та методику поточного оцінення ймовірності своєчасного виконання ґрунтообробно-посівних робіт.

**Виклад основного матеріалу.** Аналіз організаційно-технологічних особливостей процесів механізованого обробітку ґрунту та сівби сільськогосподарських культур, зокрема озимих, переконує у тому, що передумови своєчасного їх виконання розглядаються на трьох рівнях планування цих процесів [5]: 1) стратегічному; 2) тактичному; 3) операційному.

Зокрема, під час стратегічного планування процесів обробітку ґрунту та сівби культур (ОГС) узгоджують характеристики виробничої програми СГП із параметрами технологічного комплексу ґрунтообробно-посівних машин (ТКП) та кадрового забезпечення, фінансово-матеріальних ресурсів, їх резерву, термінів реалізації тощо, а також участі сервісних проєктів. На цьому рівні планування користуються узагальненими характеристиками відповідних чинників ефективності процесів ОГС, а обґрунтовані на їх підставі рішення призначені для загального представлення складових технологічної системи. Зокрема, з огляду на відомі значення оцінок математичного сподівання тривалості природно дозволеного фонду часу ( $\bar{M}[t_{no}]$ ) відповідного періоду робіт, їх змісту та характеристик виробничої програми на практиці визначаються із параметрами парку машин. У цьому разі, повинна справджуватися умова, за якої технологічно потрібний фонд часу ( $t_{mn}$ ) ґрунтообробно-посівних робіт (комплексом машин із відповідними параметрами) не повинен перевищувати середньостатистичну тривалість природно дозволеного фонду часу для їх виконання.

Однак, через стохастичність тривалості  $t_{no}$  та можливість системного виникнення такої ситуації, за якої  $t_{mn} \geq \bar{M}[t_{no}]$ , зростатиме ризик запізнення із ґрунтообробно-посівними роботами, а відтак виникнення технологічних втрат. З іншого боку, ранні терміни звільнення полів СГП від культур попередників, довготривалість погожих проміжків та «пізні» агрометеорологічно зумовлені терміни сівби озимих культур призводять до видовження тривалості  $t_{no}$ , за якої справедливою буде умова  $t_{mn} \leq \bar{M}[t_{no}]$ . У цьому разі, множина технологічних операцій із ОГС виконуватиметься вчасно, а машинні агрегати простоюватимуть через відсутність роботи.

Відповідно до цього, узгодження характеристик виробничої програми СГП із параметрами ТКП на підставі оцінок  $\bar{M}[t_{no}]$  призводить, з одного боку, до простою машинних агрегатів, а з іншого – до підвищення ризику технологічних втрат. Така системно зумовлена особливість процесів ОГС підкреслює вагомість завдання щодо адаптивного виконання згаданих робіт та розвитку науково-методичних положень щодо адаптивних технологічних систем рільництва.

Однак, розглядаючи ці механізовані процеси у межах, які означені метою дослідження, зауважимо, що під час виконання ґрунтообробно-посівних робіт у розрізі того чи іншого сезону приймають тактичні рішення щодо «корегування» ходу відповідних робіт. Це здійснюється на підставі вилучення окремих технологічних операцій (знищення

бур'янів суцільною культивуацією у пізні календарні терміни замінюють операцією передпосівного обробітку ґрунту тощо), застосування багатоопераційних машинних агрегатів тощо. Зокрема, на тактичному рівні планування розглядається множина завдань щодо своєчасного виконання множини робіт у локальних умовах того чи іншого календарного року. До головних завдань цього рівня відносимо: 1) аналіз термінів звільнення полів від попередника та початкового стану їх агрофону; 2) формування змісту робіт; 3) системно-подієве планування робіт у локальних умовах обмеженого календарного періоду; 4) контроль за виконанням робіт (дотримання якості та термінів виконання); 5) поточний аналіз та порівняння відповідності між тривалістю технологічно потрібного та природно дозволеного фондів часу на виконання відповідних робіт у той чи інший сезон.

Виходячи із цих особливостей ґрунтообробно-посівних процесів, завдання щодо своєчасності їх виконання необхідно розглядати як до початку, так і під час їх реалізації. Зокрема, володіючи інформацією щодо попередників озимих культур та, власне, термінів їх досягання на початкових етапах реалізації цих процесів визначаються із: 1) термінами початку робіт та їх обсягами; 2) базовою програмою робіт; 3) технологічно потрібним фондом часу на їх виконання; 4) базовим комплексом машин та його технічним станом; 5) виконавчим персоналом; 6) обсягами фінансово-матеріальних ресурсів; 7) завданнями системи моніторингу (за агрофоново-предметними та агрометеорологічними складовими проектного середовища) та одержання інформації від неї; 8) участю сервісних проектів тощо.

Як уже зазначалося, під час виконання ґрунтообробно-посівних робіт у розрізі того чи іншого сезону можуть виникати причини, за яких їх перебіг у часі не відповідатиме плановим (агротехнічним) термінам, що призводить до виникнення технологічних втрат. Для попереднього оцінення вірогідності такого перебігу процесу ОГС у той чи інший календарний період, необхідно здійснювати поточний аналіз його своєчасності та обґрунтовувати рішення щодо зниження ризику (небезпеки) відповідних втрат у технологічній системі. Методологія такого аналізу ґрунтується на щоденній (для кожної  $d$ -ї доби виконання процесів ОГС) перевірці справедливості умови  $-t_{mn} \leq \bar{M}[t_{nd}]$ . Для практичного виконання такого аналізу у кожен  $d$ -у добу необхідно визначати тривалість  $t_{mn}$  та володіти інформацією щодо тенденцій зміни природно дозволеного фонду часу та його відхилення в ту чи іншу добу від її середньобогаторічного значення.

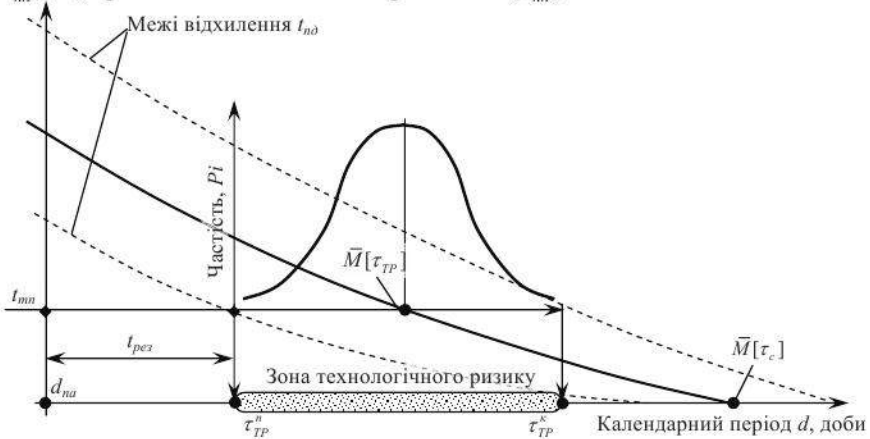
Нами доведено практичну можливість побудови таких закономірностей [1, 3], що здійснюється на підставі опрацювання множини ретроспективних даних метеорологічних станцій, методів кореляційно-регресійного аналізу та математичної статистики. Порівняння значення  $t_{mn}$  (рис.), який встановлено, виходячи із обсягів робіт (які ще необхідно виконати) та продуктивності машинних агрегатів відповідного комплексу машин, із статистичними характеристиками  $t_{mn}$  окремої календарної  $d$ -ї доби, дає змогу встановити вірогідність невиконання умови  $t_{mn} \leq \bar{M}[t_{nd}]$ , а відтак здійснити оцінку ризику технологічних втрат за наступного некерованого впливу агрометеорологічних умов на стан агрофону полів та перебіг відповідних механізованих процесів у часі.

Використання такого підходу, для поточного оцінення своєчасності робіт, дає змогу попередньо встановити календарний термін ( $\tau_{TP}^n$ ), за яких наступне виконання множини технологічних операцій, у перспективі, через їх довготривалість, призведе до запізнення із сівбою відповідних культур. Фактично календарний термін  $\tau_{TP}^n$  відображає початок «зони технологічного ризику» (ЗТР). Зокрема, ЗТР характеризується часом початку ( $\tau_{TP}^n$ ) та завершення ( $\tau_{TP}^z$ ), а також інтенсивністю зміни вірогідності несвоечасного завершення ґрунтообробно-посівних робіт ( $Pi[t_{mn} \geq t_{nd}]$ ). Кількісні характеристики ЗТР змінюються по мірі виконання планової програми робіт та відносяться до керованих.

Застосування цих науково-методичних положень під час тактичного управління процесами ОГС дає підстави обґрунтовувати поточні рішення щодо корегування темпів робіт, а відтак забезпечення їх своєчасності в некерованих та стохастичних умовах розвитку природного середовища. Відповідно до цього, агрометеорологічна та предметна складові процесів ОГС зумовлюють частково керовані та стохастичні характеристики ЗТР, а також є причиною потреби застосування адаптивних технологічних систем рільництва, зокрема на етапі ґрунтообробно-посівних робіт.

Узагальнюючи викладені теоретичні положення та методологію поточного оцінення ймовірності своєчасного завершення ґрунтообробно-посівних робіт, що здійснюється впродовж періоду їх виконання, зазначимо, що для забезпечення своєчасної сівби озимих культур в якісно підготовлений ґрунт необхідно здійснювати поточний моніторинг та прогнозування ЗТР. Зокрема, для будь-якого із календарних днів поточного аналізу ( $d_{na}$ ) в умовах певного кліматичного регіону існує ризик характеристик  $t_{nd}$ , який можна відобразити на підставі

функції густини теоретичного розподілу випадкової величини. Кількісні значення ризику  $R\{t_{nd}\}$  для кожної  $d_{na}$  формуються на підставі таких агрометеорологічно зумовлених показників, як: 1) календарні терміни ( $\tau_c^o$ ) сівби озимих культур; 2) тривалість погожих проміжків ( $t_{nn}$ ); 3) тривалість непогожих проміжків ( $t_{nn}$ ).



**Рис.** Схема поточного оцінення своєчасності виконання ґрунтообробно-посівних робіт:  $d_{na}$  – календарний день, в який оцінюють вірогідність запізнення із роботами, доба;  $t_{pez}$  – фонд часу на виконання робіт без ризику технологічних втрат, діб;  $\tau_{TR}^n, \tau_{TR}^k$  – відповідно час початку та завершення ЗТР, доба

Необхідно зазначити, що для кожної календарної доби літньо-осіннього періоду характеристики  $t_{nz}$  є різними та мають тенденцію зниження до нуля. Відповідно до цього, для завдань тактичного рівня планування робіт ОГС слід розглядати поточний ризик природно доведеного фонду часу –  $R\{t_{nd}^n\}$ , залежність якого для кожної окремої доби можна відобразити функцією неявного вигляду:

$$R\{t_{nd}^n\} = f(d_{na}, R\{t_{nn}\}, R\{t_{nn}\}, R\{\tau_c^o\}, t_a).$$

Кількісне оцінення множини значень  $t_{nd}^n$  для кожної окремої доби ( $d_{na}$ ) поточного аналізу своєчасності механізованих процесів дає змогу встановити статистичні характеристик цієї випадкової величини, а відтак обґрунтувати її теоретичний розподіл. Порівнюючи крайні значення поточного значення  $t_{nd}^n$  із плановим  $t_{mn}$ , можна встановити тривалість «резервного» фонду часу ( $t_{pez}$ ), за якого припинення робіт

на полях не призводитиме до «попадання» у календарні терміни ЗТР (див. рис.). Запізнення із виконанням технологічних операцій на полях СГП за тих чи інших причин призводить до скорочення резервного фонду часу –  $t_{рез} \rightarrow 0$  діб, а також наближення до ЗТР.

Необхідно зазначити, що в межах ЗТР існує нелінійна залежність зростання ймовірності виникнення умови  $t_{mn} \geq t_{nd}$ , за якої ризик несвоєчасного завершення ґрунтообробно-посівних робіт прямує до 1.

Аналіз потенційних дій щодо скорочення тривалості  $t_{mn}$  під час виконання відповідних механізованих процесів переконує у тому, що на практиці це можливе на підставі корегування темпів робіт, обсягів робіт, коефіцієнта змінності тощо.

Таким чином, прогнозування та аналіз тенденцій ЗТР необхідно здійснювати з початкових етапів виконання процесів ОГС, зокрема під озимі культури. У цьому разі, перед керівником робіт виникає завдання щодо поточного оцінення таких показників як –  $t_{рез}$ ,  $\tau_{ТР}^n$ ,  $t_{mn}$  та  $t_{nd}$ , а також оцінення на їх підставі вірогідності несвоєчасного завершення ґрунтообробно-посівних робіт та виникнення втрат у згаданих процесах. Отримані результати є вагомим аргументом для обґрунтування технологічних рішень щодо адаптивного виконання процесів ОГС, мінімізації технологічних втрат, розроблення специфічних методів та моделей дослідження ефективності адаптивних технологічних систем рільництва, а також переосмислення політики техніко-технологічного розвитку діючих СГП.

**Висновки.** Некерованість і стохастичність предметної та агрометеорологічної складових процесів механізованого обробітку ґрунту та сівби сільськогосподарських культур об'єктивно формує сезонну мінливість тривалості природно дозволеного фонду часу на їх виконання, а відтак призводить до вірогідності несвоєчасного виконання робіт та зниження ефективності відповідних процесів. Розкриття системних передумов формування показників ефективності ґрунтообробно-посівних процесів, які відбуваються в умовах некерованого та стохастичного розвитку умов природного середовища, є важливим етапом розроблення специфічних методів та моделей дослідження адаптивних технологічних систем рільництва. Розроблення таких статистичних імітаційних моделей та виконання на їх підставі комп'ютерних експериментів дає змогу здійснити кількісне оцінення ефективності відповідного комплексу машин, організаційно-технологічних рішень та дій щодо адаптивного виконання механізованих процесів у розрізі того чи іншого календарного сезону сільськогосподарських робіт.

### БІБЛІОГРАФІЯ

1. *Грингоф И. И.* Агрометеорология / И. И. Грингоф, В. В. Попова, В. Н. Страшный. – Л. : Гидрометеоиздат, 1987. – 310 с.
2. *Завалишин Ф. С.* Основы расчета механизированных процессов в растениеводстве / Ф. С. Завалишин. – М. : Колос, 1973. – 319 с.
3. *Луб П.М.* Обґрунтування параметрів комплексу ґрунтообробних машин сільськогосподарського підприємства : автореф. дис. ... на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.05.11 „Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва” / П. М. Луб. – Львів., 2006. – 23 с.
4. *Пастухов В. І.* Обґрунтування оптимальних комплексів машин для механізації польових робіт : автореф. дис. ... докт. техн. наук : спец. 05.05.11 „Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва” / В. І. Пастухов; Харк. нац. техн. ун-т сіл. госп-ва ім. П. Василенка. – Х., 2004. – 38 с.
5. *Сидорчук О. В.* Інженерний менеджмент: системотехніка виробництва : навч. посіб. / О. В. Сидорчук, С. Р. Сенчук. – Львів : Львів. ДАУ, 2006. – 127 с.
6. *Сидорчук О. В.* Технологічні вимоги механізованого процесу в рослинництві до темпів ремонту машин / О. В. Сидорчук, М. І. Карпа, В. О. Тимочко, С. А. Федосенко // Підвищення організаційно-технічного рівня ремонтно-відновних процесів в АПК регіону: Прін-ту / Львів с.-г. ін-т. – Львів, 1990. – С 84-90.

### МЕТОДИКА ТЕКУЩЕЙ ОЦЕНКИ СВОЕВРЕМЕННОСТИ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕ-ПОСЕВНЫХ РАБОТ

*Раскрыта сущность текущей оценки своевременности почвообрабатывающе-посевных работ касательно системно предопределенных часовых ограничений на их выполнение. Отмечено понятие «зоны технологического риска» как обобщенного показателя соответствия между технологически нужноно и естественно разрешенного фондов времени на их выполнение. Акцентировано на весомости развития научно-методических положений адаптивного выполнения работ в полеводстве.*

**Ключевые слова:** *возделывание почвы, посев, своевременность, риск, потери, методы, модели, адаптирование, эффективность.*

### METHOD OF CURRENT EVALUATING OF SOIL-TILLAGE AND SAWING WORKS TIMELINESS

*The essence of the current evaluating of soil-tillage and sowing works timeliness*



*concerning of the system predefined temporal limits on their implementation is exposed. The concept of «area of technological risk» as generalized index of accordance between technologically necessary and the naturally settled fund of time on their implementation are marked. The ponderability of scientifically methodical positions development of adaptive implementation of works in field-crop cultivation are accented.*

*Key words: till of soil, sowing, timeliness, risk, losses, methods, models, adaptations, efficiency.*

УДК 658.51:631.3

## **ІДЕНТИФІКАЦІЯ ОБ'ЄКТІВ КОНФІГУРАЦІЇ У ПРОЕКТАХ РЕІНЖИНІРИНГУ СИСТЕМ ПОЖЕЖОГАСІННЯ СІЛЬСЬКИХ ПОСЕЛЕНЬ**

**В.В. Бондаренко**, здобувач  
ННЦ «ІМЕСГ»

---

*Означено деталізовані та укрупнені об'єкти конфігурації у проектах реінжинірингу систем пожежогасіння сільських поселень. Розкрито зв'язки між ними. Наведено метод та критерії ідентифікації елементарних територіальних зон дії пожежних частин.*

*Ключові слова: управління, проект, ідентифікація, конфігурація, система, пожежа, гасіння.*

---

**Проблема.** Управління програмами (портфелями) розвитку (реінжинірингу) систем пожежогасіння сільських поселень вимагає визначення показника ефективності їх функціонування за різних етапів – початкового та бажаного. Визначення цих показників можливе на основі моделювання відповідних систем-продуктів. Для цього слід обґрунтувати їх моделі, зокрема, концептуальні. Ідентифікація об'єктів конфігурації систем-продуктів пожежогасіння є основою цих моделей. Її здійснення у процесах управління вимагає розроблення відповідних науково-методичних засад, відсутність яких знижує якість управлінських рішень, що є певною проблемою.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питання управління програмами (портфелями) достатньо ґрунтовно розкрито у наукових

---

© В.В. Бондаренко.

Механізація та електрифікація сільського господарства. Вип. 97. 2013.