ІНЖЕНЕРІЯ МАШИННИХ СИСТЕМ ТА УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ

УДК 658.51:631.3

КОНЦЕПТУАЛЬНЕ ОЗНАЧЕННЯ РЕАКЦІЙ НА ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РИЗИК У ПРОЕКТАХ СІВБИ ОЗИМИХ КУЛЬТУР

О.В. Сидорчук, докт. техн. наук, проф., чл.-кор. НААН,
В.А. Українець, **І.П. Івасюк**, здобувачі
ННЦ «ІМЕСГ»;
П.М. Луб, канд. техн. наук
Львівський НАУ

Узагальнено особливості формування робіт у проектах сівби озимих культур. Означено предметні та агрометеорологічні причини застосування адаптивних комплексів машин у цих проектах та причини технологічного ризику. Розкрито сутність підходу у розвиненні реакцій на технологічний ризик, що ґрунтується на адаптуванні змісту та часу відповідних робіт у проектах сівби озимих культур до умов їх проектного середовища.

Ключові слова: *технологічний ризик, реакції, проект, підготовка грунту, удобрення, сівба, озимі культури, агрометеорологічні умови.*

Проблема. Реалізація проектів сівби озимих культур (СОК) відбувається внаслідок виконання множини технологічних операцій із удобрення, обробітку ґрунту та сівби (УОС), а також супроводжується певними витратами ресурсів (добрив і насіння) та коштів (експлуатаційних витрат). Важливою вимогою забезпечення ефективності цих проектів є своєчасність керованого перетворення агрофону поля у та-

© О.В. Сидорчук, В.А. Українець, І.П. Івасюк, Луб П.М.
Механізація та електрифікація сільського господарства. Вип. 96. 2012.

кий якісний стан, за якого разом із некерованою дією агрометеорологічних умов створюватимуться сприятливі умови для продуктивного росту та розвитку озимих культур в осінньо-зимовий період, а відтак формуватимуться гарантії для отримання високого врожаю у майбутньому [3, 4]. Однак, мінливість агрометеорологічних умов впродовж реалізації проектів СОК зумовлює різний початковий стан агрофону поля, тенденції зміни його характеристик, а також тривалість фонду часу, за якого необхідно їх «адаптувати» до посівних вимог сільськогосподарських культур, що сукупно призводить до виникнення технологічного ризику (ТР) у проектах із заданим комплексом машин. Це об'єктивно зумовлює потребу застосування специфічних науково-методичних положень щодо управління ТР у проектах із адаптивними комплексами машин (АКМ), які функціонують в умовах, що змінюються.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Чинні методи та моделі дослідження ефективності робіт у проектах виробничих систем враховують економічні [6,8] та технологічні [9] ризики. Вони, здебільшого, базуються на загальних принципах ідентифікації ризику та управління ним. Результати аналізу цих публікацій переконують [10-12], що ТР зумовлюється багатьма причинами, які виникають за певних технологічно-організаційних особливостей проектів та мінливих умов проектного середовища. Їх застосування для управління ТР у проектах СОК потребує певного доопрацювання, зокрема, з метою врахування особливостей виникнення потреби технологічного адаптування змісту та часу робіт у цих проектах до тенденцій зміни характеристик агрофоново-предметної та агрометеорологічної складових проектного середовища.

Мета дослідження – розкрити системні передумови виникнення технологічного ризику у проектах сівби озимих культур та означити реакції на нього.

Результати досліджень. Вимоги озимих культур до ґрунтових та агрометеорологічних умов щодо продуктивного їх росту та розвитку на початкових етапах вегетації є сталими. Результати забезпечення цих вимог та узгодження наступного розвитку рослини із зміною агрометеорологічних умов впродовж осіннього періоду безпосередньо позначаються на зимостійкості культур, продуктивності кущення, формуванні їх кореневої системи тощо, а відтак і на майбутньому врожаї [1,4]. Таким чином, з огляду на виконання робіт у проектах СОК, виникає два часових періоди, що можуть позначитися на формуванні

ефективності цих проектів – до сівби та після сівби. У першому періоді відповідно до початкового стану агрофону поля (після звільнення його попередником) та агрометеорологічних умов літньо-осіннього періоду на підставі виконання тих чи інших технічних засобів адаптивно забезпечується необхідний стан та процеси у ґрунті, а також режими руху вологи, температури і кисню, що є важливою передумовою продуктивного проростання насіння та появи дружніх сходів. Важливою агротехнічною вимогою до робіт упродовж цього періоду є своєчасна сівба культури, за якої рослина до початку настання заморозків та зимового періоду, загалом повинна встигнути розвинутись до фази кущення та пройти осіннє гартування [1,4].

У наступному періоді, після завершення сівби озимих культур, відбуваються некеровані процеси, зумовлені дією агрометеорологічних умов впродовж осінньо-зимового сезону, що формують некерований ризик як зниження врожайності культури, так і втрати посівів загалом. Очевидно, що з позиції забезпечення ефективності проектів вирощування озимих культур необхідно розглядати два типи ризиків – технологічний та ризик втрати посівів в осінньо-зимовий період. Оскільки ТР у значній мірі є керованим, а небезпека втрати посівів для різних регіонів України є змінною, то основну увагу (зокрема для умов Полісся) необхідно приділити ТР у програмах СОК.

Отже, зміна температури та вологості ґрунту впродовж літньо-осіннього періоду відбувається внаслідок об'єктивної та некерованої дії агрометеорологічних умов, а формування відповідного якісного стану агрофоново-предметних умов здійснюється внаслідок механізованого втручання у структуру посівного шару ґрунту множини технологічних операцій із УОС. У цьому разі, створення пористого та структурованого шару ґрунту дає змогу забезпечити доступ повітря, надходженню тепла, вологи, поживних речовин, активізацію мікробіологічних процесів та випаровування надлишкової вологи тощо, а відтак формування сприятливих умов для проростання насіння, утворення продуктивної кореневої системи культури та появи їх дружніх сходів. Окрім того, для кожної окремої рослини найбільш сприятливі умови проростання та появи сходів є специфічними та формуються за сукупної дії зазначених умов, а відсутність будь-якої із них призводить до пригнічення біологічних процесів, втрати енергії проростання рослини та зниження продуктивності її росту та розвитку загалом [4].

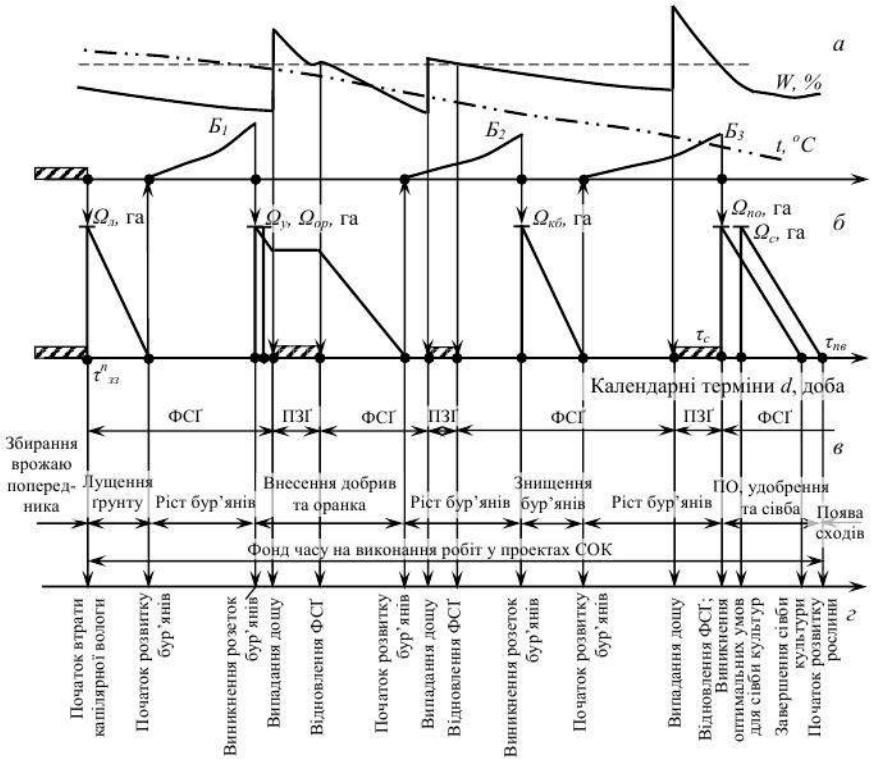

Рис. 1. Системно-подієвий аналіз причин та тенденцій перетворення якісного стану агрофоново-предметної складової проектного середовища СОК: а - некеровані природні процеси; б - зміст системно адаптованих робіт; в - стан ґрунту та етапи якісного перетворення агрофону поля; г - структура подій агрофоново-предметних умов; W, t – відповідно тенденція зміни вологості посівного шару ґрунту і температури повітря; $Б_1, Б_2, Б_3$ – «хвилі» розвитку бур'янів; $\Omega_л, \Omega_у, \Omega_{ор}, \Omega_{кб}, \Omega_{по}, \Omega_с$ – відповідно обсяги робіт із лущення (дискування), внесення добрив, оранки, суцільної культивації із боронуванням, передпосівного обробітку та сівби озимих культур, га; $\tau^п_{зз}$ – час завершення збирання врожаю попередника, доба; $\tau_с$ – час початку сівби озимих культур, доба; $\tau_{пв}$ – час виникнення технологічних втрат через несвоєчасність сівби культур, доба; ФСҐ, ПЗҐ – відповідно фізично стиглий та перезволожений стан ґрунту

Системно-подієвий аналіз особливостей перетворення якісного стану посівного шару ґрунту як під впливом природних процесів, так і внаслідок його механізованого обробітку дає підстави стверджувати, що забезпечення якісного та енергоощадного (низьковитратного) його обробітку можливе на основі застосовування адаптивних (до агрофоново-предметних та агрометеорологічних умов) комплексів машин. Це положення базується на об'єктивних тенденціях перетворення якісного стану посівного шару ґрунту внаслідок виконання робіт із УОС у розрізі літньо-осіннього періоду (рис. 1).

Такі тенденції перетворення якісного стану агрофоново-предметних умов характерні для проектів СОК із ранніми термінами звільнення поля стерньовими попередниками (трави, сумішки, озимий ріпак тощо) та традиційної технології обробітку ґрунту, головним завданням якої є зяблевий обробіток із перевертанням скиби, а також боротьба із бур'янами механічним способом. За таких умов, для кожної ланки сівозміни із озимою культурою, прийнятої технології обробітку ґрунту та сівби, а також характерного розвитку агрометеорологічних умов впродовж літньо-осіннього періоду можна сформувати «базовий» зміст робіт та відповідний комплекс машин. Однак, як уже було зазначено, мінливість початкового стану предмета праці в розрізі років реалізації проектів СОК, тривалості погожих та непогожих проміжків, стохастичність початку та завершення робіт, агрометеорологічно зумовленого фонду часу на їх виконання, наявність та темпи розвитку бур'янів, температура, кількість опадів тощо, визначає потребу моніторингу агрофоново-предметних умов, поточної зміни базового змісту робіт та часу їх виконання, що зумовлює потребу застосування АКМ для УОС (рис. 2).

Відповідно до цього, розроблення науково-методичних положень, що ґрунтуються на означеному підході та концепції управління проектами із застосуванням АКМ має створити можливість реагування на такі прояви ризику: 1) втрата вологи ґрунту; 2) забур'яненість посівів; 3) невідповідність структурності ґрунту (грудочкуватості, ущільненості тощо) вимогам культур на момент їх сівби; 4) несвоєчасність робіт та, зокрема, сівби; 5) розриви кореневої системи рослин внаслідок осідання ґрунту в осінньо-зимовий період; 6) перевитрати коштів (чи енергії) на виконання програми СОК. У цьому разі, головні реакції на ТР зводяться до якісного та своєчасного (згідно із агротехнічними вимогами) виконання робіт із УОС відповідно до сезонних характеристик агрофоново-предметних та агрометео-

рологічних умов окремого року реалізації проектів СОК.

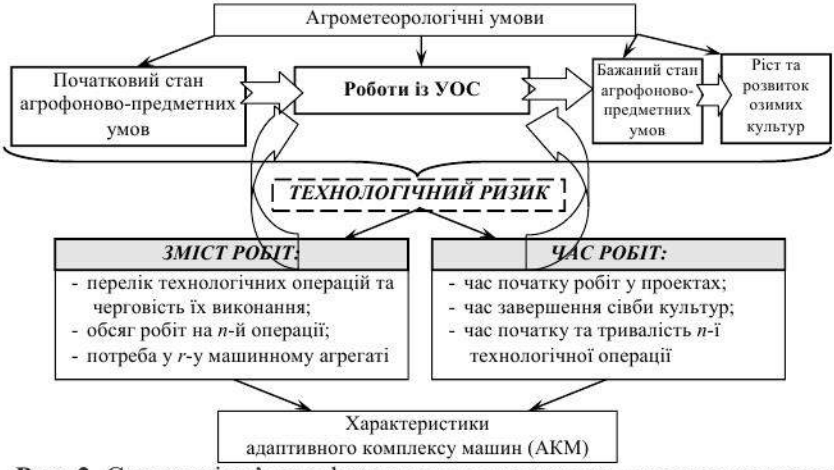

Рис. 2. Системні зв'язки формування передумов для виникнення та управління технологічним ризиком у проектах сівби озимих культур

Розгляд якості робіт як критерію ефективності управління ТР проектів СОК із застосуванням АКМ здійснюється на підставі технічної та управлінської ознак, а саме: 1) можливість забезпечення машинними агрегатами та, зокрема, їх робочими органами, агротехнічних вимог, що ставляться до якості робіт; 2) виконання саме тих дій із перетворення якісного стану агрофоново-предметних умов, потреба у яких виникає локально (в розрізі календарного періоду) у специфічних умовах окремого року реалізації проектів СОК. Досягнення першої вимоги гарантовано заводами-виробниками сільськогосподарських машин за умови дотримання технічних вимог щодо їх експлуатації та регулювання. Щодо другої вимоги, то прийняття управлінських рішень щодо виконання тієї чи іншої технологічної операції із застосуванням спеціальних машинних агрегатів (із специфічними робочими органами) повинне ґрунтуватись на результатах агрономічних досліджень про вплив цих дій на ріст та розвиток озимих культур у першій половині вегетаційного періоду, а також на рекомендаціях про кероване формування відповідного стану агрофону поля за прогнозованих тенденцій агрометеорологічних умов впродовж літньо-осіннього періоду (зокрема, тривалості погожих та непогожих проміжків, агрометеорологічно зумовленого фонду часу

тощо).

Своєчасність робіт у проектах СОК відіграє важливу роль у формуванні майбутнього врожаю озимих культур. Зокрема відомо [1], що запізнення на одну добу із обробітком стерні після завершення збирання попередника рівнозначне втраті врожаю озимих зернових в обсязі 20-30 кг/га зерна. Оранку необхідно завершити не пізніше чотирьох тижнів до початку сівби озимих культур, щоб забезпечити достатній фонд часу на процеси осідання ґрунту. Знищення бур'янів ґрунтообробними знаряддями необхідно виконувати з моменту масової появи їх «розеток» на полі [1,4]. Запізнення із технологічною операцією сівби безпосередньо призводить до зниження врожайності сільськогосподарських культур [2,7], а відтак і до зниження ефективності проектів СОК загалом тощо.

З огляду на вищезазначене, технічне оснащення проектів СОК повинне забезпечити технологічну можливість виконання робіт із УОС за різних системних умов: 1) за посушливих та вологих років; 2) за різних термінів достигання попередника чи його заміни; 3) за різних видів бур'янів та ступеня забур'яненості полів; 4) у разі «зміщення» термінів робіт через технологічні та технічні причини; 5) за різних термінів потреби виконання кінцевої операції сівби; 6) у разі зміни темпів робіт; 7) у разі виникнення небезпеки вітрової та водної ерозії тощо.

Аналіз вищенаведених положень переконує у тому, що забезпечення умов якості та своєчасності робіт у відповідних проектах потребує застосування такого комплексу машин, у якому окрема частина сільськогосподарських машин буде використовуватись тільки за певних умов, а відтак «простоюватиме» у резерві. Це призведе до збільшення металомісткості технічного оснащення проектів СОК та відобразиться як на собівартості відповідних робіт, так і собівартості врожаю загалом.

Таким чином, оцінення реакцій на ТР у проектах СОК із АКМ необхідно здійснювати на підставі трьох критеріїв ефективності (E): 1) якість ($Я_п$) робіт; 2) своєчасність (Z^c) (технологічні втрати) [2,5,7]; 3) витрати ($B_{тн}$) на їх виконання. Очевидно, що між кількісними значеннями цих критеріїв існує певний взаємозв'язок і пошук таких дій та заходів, за яких їх поєднання призведе до мінімізації ризику $R\{Я_п, Z^c, B_{тн}\}$ значень цих критеріїв, власне, і дасть змогу оцінити реакції ($Re[TP]$) на ТР:

$$Ф(Re[TP])^{opt} = R\{Я_п, Z^c, B_{тн}\} \rightarrow extr. \quad (1)$$

У загальному розумінні, умовою ефективності (E) проектів СОК є забезпечення мінімальних технологічних втрат ($B_{тл}$) через несвоєчасність робіт та мінімальних експлуатаційних витрат ($B_{тн}$) на їх виконання із дотриманням агротехнічних вимог щодо якості та забезпечення функції мети:

$$\{E\} = f(\{B_{тн}\},\{B_{тл}\}) \rightarrow min. \quad (2)$$

Отже, для оцінення ефективності управління ТР у програмах СОК на підставі реакцій ($Re[TP]$), що ґрунтуються на поточному адаптуванні змісту та часу робіт у цих проектах необхідно розробити специфічні методи і моделі, які б на підставі даних поточного моніторингу за станом ґрунтових та агрометеорологічних умов, а також прогнозного їх розвитку давали змогу здійснювати комп'ютерне моделювання відповідних робіт у віртуальних проектах СОК і на цій підставі оцінювати показники ефективності та їх ризик, а відтак обґрунтовувати раціональні рішення щодо адаптивного виконання робіт із УОС на практиці із забезпеченням агротехнічних вимог щодо їх якості із мінімальними технологічними втратами та витратами коштів.

Висновки. 1. Аналіз системних особливостей вирощування озимих культур дав змогу означити два часових періоди, за яких на початкових етапах реалізації відповідних проектів виникає ризик планових показників врожайності культур, а відтак і ризик ефективності цих проектів. З позиції забезпечення ефективності проектів СОК необхідно розглядати два часових періоди – до сівби та після сівби, а також два типи характерних ризиків – технологічний та ризик втрати посівів в осінньо-зимовий період. Оскільки ТР проектів СОК у значній мірі є керованим, а небезпека втрати посівів для різних регіонів України є змінною, то основну увагу (зокрема для умов Полісся) необхідно приділити ТР у програмах робіт із УОС. 2. Системно-подієвий аналіз особливостей перетворення якісного стану агрофону як під впливом природних процесів, так і внаслідок його механізованого обробітку дає підстави стверджувати, що забезпечення якісного та енергоощадного (низьковитратного) його обробітку можливе завдяки застосовуванню адаптивних (до стану агрофону та агрометеорологічних умов) комплексів машин. 3. Синтез впливу агрометеорологічних умов та робіт із УОС на якісний стан агрофону дав змогу ідентифікувати шість складових ТР у проектах СОК, що потребують розвинення реакцій та три критерії оцінення ефективності реакцій на них. 4. Розвинення реакції на ТР, що ґрунтуються на адаптуванні змісту та часу виконання робіт у

проектах СОК потребують розроблення та застосування специфічних методів і моделей, які б давали змогу врахувати у статистичній імітаційній моделі віртуальних проектів особливості формування та керованого перетворення якісного стану ґрунту. За таких умов, виникає можливість на підставі комп'ютерних експериментів обґрунтовувати раціональні рішення щодо адаптивного виконання робіт із УОС із мінімальними технологічними втратами та витратами коштів.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. *Зінченко О. І.* Рослинництво : підручник / О. І. Зінченко, В. Н. Салатенко, М. А. Білоножко; за ред. О. І. Зінченка. – К. : Аграрна освіта, 2001. – 591 с.
2. *Киртбая Ю.К.* Резервы в использовании машинно-тракторного парка / Ю.К. Киртбая. – М.: Колос. – 1982 – 320 с.
3. *Куперман Ф.М.* Морфофизиология растений. Морфофизиологический анализ этапов органогенеза различных жизненных форм покрытосеменных растений // Ф.М. Куперман. – 3-е изд., дополн. – М.: Высш. шк., 1977. – 288 с.
4. *Лихочвор В.В.* Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур / В.В. Лихочвор. – Львів: НВФ "Укр. технології", 2002. – 800 с.
5. *Луб П.М.* Обґрунтування параметрів комплексу ґрунтообробних машин сільськогосподарського підприємства: автореф. дис. … канд. техн. наук: спец. 05.05.11 „Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва" / П. М. Луб. – Львів, 2006. – 23 с.
6. *Максимов В.И.* Моделирование риска и рисковых ситуаций: Учебное пособие / В.И. Максимов, О.И. Микитов. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, - 2004. – 82 с.
7. *Про затвердження* методики обчислення вартості машино-дня та збитків від простою машин. Постанова Кабінету Міністрів України від 12 липня 2004 р. № 885. [Електронний ресурс] . – Режим доступу : http://zakon.rada.gov.ua/.
8. *Риски* в современном бизнесе / [П.Г. Грабовый, С.Н. Петрова, С.И. Полтавцев и др.] // М. : Аланс, 1994. – 200 с.
9. *Руководство* к своду знаний по управлению проектами (руководство PMBOK). Четвертое издание : [пер. з англ.] / Project Management Institute, Inc. Newtown Square, Pennsylvania 19073-3299 USA, 2008. – 496 с.

10. *Спічак В.С.* Управління виробничо-технологічним ризиком у проектах збирання цукрових буряків : автореф. дис. … канд. техн. наук : спец. 05.13.22 „Управління проектами та програмами” / В. С. Спічак. – Львів., 2010. – 23 с.
11. *Ціп Є.І.* Сезонна програма комбайна і ризик у процесі централізованого збирання ранніх зернових : автореф. дис. … канд. техн. наук : спец. 05.13.22 „Управління проектами та програмами” / Є. І. Ціп. – Львів, 2002. – 18 с.
12. *Шарибура А.О.* Управління змістом та часом у проектах з технологічним ризиком (стосовно збирання льону-довгунця) : автореф. дис. … канд. техн. наук : спец. 05.13.22 „Управління проектами та програмами” / А. О. Шарибура. – Львів, 2010. – 20 с.

КОНЦЕПТУАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕАКЦИЙ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РИСК В ПРОГРАММАХ ПОСЕВА ОЗИМЫХ КУЛЬТУР

Обобщены особенности формирования программы работ в проектах посева озимых культур. Отмечено предметные и агрометеорологические причины применения адаптивных комплексов машин в этих проектах и причины технологического риска. Раскрыта сущность подхода в применении реакций на технологический риск, который основывается на адаптировании содержания и времени соответствующих работ в программах посева озимых культур к условиям их проектной среды.

Ключевые слова: *технологический риск, реакции, проект, подготовка почвы, удобрения, сев, озимые культуры, агрометеорологические условия.*

CONCEPTUAL DETERMINATION OF REACTIONS ON THE TECHNOLOGICAL RISK IN WINTER CROPS SOWING PROGRAMS

The features of the program works forming in the winter crops sowing projects are generalized. The subject and agricultural meteorology reasons of adaptive machines complexes usage and the reason of technological risk in these projects are marked. The essence of technological risk reactions approach which is based on maintenance and time adaptation of the works in the programs of winter crops sowing to the terms of project environment is exposed.

Key words: *technological risk, reactions, project, preparation of soil, fertilizer, sowing, winter crops, agricultural meteorology terms.*