

ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ
ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ПАДЮКА Роман Іванович



УДК 005.8 : 658.631.3

ДИСЕРТАЦІЯ
МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ ВИРОБНИЧИХ
ПРОЄКТІВ РОСЛИНИЦТВА

05.13.22 – Управління проєктами та програмами
(12 – Інформаційні технології, 126 – Інформаційні системи та технології)

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.


Роман ПАДЮКА

Науковий керівник
ТИМОЧКО Василь Олегович,
кандидат технічних наук, доцент

Перший примірник дисертації є
ідентичним за змістом з всіма іншими
примірниками дисертації

Учений секретар,

к.т.н. Дмитро КОБИЛКІН



АНОТАЦІЯ

Падюка Р.І. Моделі та методи управління ресурсами виробничих проєктів рослинництва. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 05.13.22 «Управління проєктами та програмами» (12 – Інформаційні технології, 126 – Інформаційні системи та технології). – Львівський державний університет безпеки життєдіяльності Державної служби України з надзвичайних ситуацій, Львів, 2020.

У дисертаційній роботі на підставі проведених досліджень розв’язана важлива науково-прикладна задача, яка стосується підвищення ефективності управління ресурсами у виробничих проєктах рослинництва завдяки розвитку системно-ресурсного підходу та розробленню моделей та методів, які базуються на врахуванні особливостей реалізації зазначених проєктів, їх проєктного середовища та формують інструментарій ініціації та планування зазначених проєктів за обмежених ресурсів.

Виконаний аналіз стану галузі рослинництва вказує на те, що аграрний сектор України переживає кризу, однією з причин якої є відсутність реалізації взаємоузгоджених та скоординованих виробничих проєктів. Одними із найбільш актуальних виробничих проєктів на сьогоднішній є проєкти галузі рослинництва. Реалізація виробничих проєктів рослинництва має низку свої особливостей, врахування яких під час управління ресурсами збільшить фінансові вигоди для їх учасників шляхом зниження втрат кінцевого продукту.

Проведений аналіз існуючих класифікацій ресурсів у проєктах та структури процесів управління ними дав можливість з’ясувати, що у виробничих проєктах рослинництва вони мають свої особливості, що вимагає розробки конкретних інструментів управління ними. А сучасні методології та міжнародні стандарти, а також наукові роботи з управління ресурсами у проєктах не повністю відображають характеристики виробничих проєктів

рослинництва, що знижує якість управління та вимагає проведення досліджень для розробки інструментів для управління нами.

Більшість з існуючих інформаційних систем автоматизованого управління проектами не в змозі виконати якісне та достовірне управління ресурсами у виробничих проектах рослинництва. Для реалізації виробничих проектів рослинництва існує необхідність адаптації існуючих, або розробки нових пакетів для управління виробничими проектами рослинництва, за допомогою яких стало б можливим врахування особливостей зазначених проектів та їх мінливого проектного середовища.

Встановлені особливості використання ресурсів у виробничих проектах рослинництва свідчать про те, що методи та моделі повинні розроблятися з урахуванням специфічних подій цих проектів, а також характеристик проектного середовища, щоб підвищити ефективність процесів управління ресурсами.

Виконаний системний опис та обґрунтована структурна схема організаційно-технічної системи виробничих проектів рослинництва забезпечують розкриття причинно-наслідкового зв'язків між окремими їх підсистемами, а також обґрунтування необхідних складових управління ресурсами для забезпечення максимальної ефективності реалізації цих проектів. Встановлено, що якісне узгодження змісту, часу та ресурсів із проектним середовищем можливе лише на підставі моделювання організаційно-технічної системи виробничих проектів рослинництва.

Обґрунтовані головні принципи створення моделі вибору раціональних типів ресурсів для виконання робіт у виробничих проектах рослинництва передбачають розрахунок часових характеристик всіх робіт проекту, побудову календарного графіка проекту та визначення очікуваних втрат їх продукту. Означені процеси управління є основою для прийняття рішень стосовно забезпечення проекту достатньою кількістю технічних ресурсів.

Встановлені особливості використання ресурсів у виробничих проектах рослинництва свідчать про те, що методи та моделі повинні розроблятися з

урахуванням специфічних подій цих проєктів, а також характеристик проєктного середовища, щоб підвищити ефективність процесів управління ресурсами. Подані часові ситуації під час впорядкування робіт у виробничих проєктах рослинництва, які зумовлюються кліматичними умовами та особливостями виконання окремих робіт, лежать в основі узгодження робіт із подіями у зазначених проєктах.

Запропонована модель вибору раціональних типів ресурсів для виконання робіт у виробничих проєктах рослинництва базується на розробленні та використанні штучних нейронних мереж, що являють собою п'ятишаровий перцептрон із функцією активації нейрона «жорстка сходинка». Це забезпечує врахування виробничих та кліматичних умов регіону, де реалізуються виробничі проєкти рослинництва, множину наявної на ринку технічних засобів, що адекватно забезпечує прогнозування показників ефективності використання ресурсів та вибору з-поміж них раціональних для заданого проєктного середовища.

Удосконалена модель прогнозування втрат продукту виробничих проєктах рослинництва базується на використанні методів календарного планування та імітаційного моделювання виконання робіт у зазначених проєктах, що забезпечує кількісне визначення показників несвоєчасно виконаних робіт за заданих ресурсів. На відміну від існуючих моделей запропонована у роботі враховує технологічні вимоги щодо директивних термінів виконання робіт, масштаби проєктів, а також кількість та властивості доступних ресурсів, що лежить в основі вибору раціональних ресурсів для реалізації виробничих проєктів рослинництва.

Розроблений метод управління виробничо-технічними ресурсами у виробничих проєктах рослинництва лежать в основі визначення раціональної потреби у ресурсах, що уможливорює підвищення ефективності реалізації зазначених проєктів та мінімізує втрати їх продукту, а також адекватно забезпечує прогнозування показників ефективності використання ресурсів та вибору з-поміж них раціональних для заданого проєктного середовища.

Удосконалені методи ідентифікації кліматичної складової проєктного середовища виробничих проєктів рослинництва та формування бази даних для управління ними базуються на аналізі статистичних даних районованих агрометеорологічних станцій та доступності виробничо-технічних ресурсів для реалізації проєктів. На відміну від існуючих вони дають змогу повною мірою врахувати вплив мінливих складових проєктного середовища на якість отриманих знань щодо часових відхилень від директивних термінів виконання робіт та доступності ресурсів під час планування зазначених проєктів.

Запропоновані структурна схема та алгоритм роботи розробленої системи підтримки прийняття рішень для управління виробничо-технічними ресурсами, яка складається з двох підсистем зберігання даних та формування впорядкованого календарного графіка виконання робіт, дозволяють ефективно аналізувати використання наявних виробничо-технічних ресурсів під час виконання робіт та за необхідності залучити додаткові ресурси для уникнення втрат продукту проєктів внаслідок несвоєчасного виконання робіт, що в свою чергу лежить в основі пришвидшення та забезпечення якісного прийняття управлінських рішень.

Обґрунтована база даних та знань, а також розроблений практичний інструментарій системно-ресурсного управління ресурсами у виробничих проєктах рослинництва базуються на розроблених системно-ресурсному підході до управління виробничими проєктами, моделей і методах, які входять до управлінського інструментарію.

Сформована база даних для управління ресурсами у виробничих проєктах рослинництва дозволить впорядкувати доступні земельні, технічні та людські ресурси та встановити потрібні знання для подальшого моделювання проєктів за допомогою розробленої системи підтримки прийняття рішень для системно-ресурсного управління зазначеними проєктами.

На підставі обґрунтованої моделі зміни ризику планової продуктивності технічного оснащення (агрегату МТЗ-82+КПС-4) для заданого проєктного середовища (умов ННДЦ ЛНАУ) можна стверджувати, що допустимий ризик

прийнятої продуктивності під час планування виконання робіт зазначеним технічним оснащенням забезпечується в межах 5,11...11,0 га/зміну.

На підставі використання розробленої системи підтримки прийняття рішень для системно-ресурсного управління виробничими проєктами рослинництва встановлено раціональні типи та особливості використання виробничо-технічних ресурсів у проєктному середовищі навчально-наукового дослідного центру Львівського національного аграрного університету (ННДЦ ЛНАУ). При цьому втрати продуктів зазначених проєктів набувають мінімального значення, що на 69% менше порівняно із базовим сценарієм, який не передбачає впорядкування ресурсів, зміни масштабів проєктів та залучення додаткових ресурсів.

Отримані результати дослідження впливу кліматичної складової проєктного середовища виробничих проєктів рослинництва на продуктивність технічного оснащення лежать в основі якісного планування виконання окремих блоків робіт із врахуванням ризику, що зумовлює несвоєчасне їх виконання та відповідно втрати продукту зазначеного проєкту. Можна зазначити, що виконання аналізу статистичних даних районованих агрометеорологічних станцій та доступності виробничо-технічних ресурсів у ВПП із врахуванням мінливих складових проєктного середовища дасть можливість адекватно визначення показники несвоєчасно виконаних робіт за заданих ресурсів. На відміну від існуючих підходів, саме цей значною мірою враховує вплив мінливих складових проєктного середовища на якість отриманих знань щодо директивних термінів виконання робіт, що забезпечує точне визначення втрат продуктів зазначених проєктів.

Розроблені методика та засоби системно-ресурсного управління виробничих проєктах рослинництва впроваджено в практику розв'язання управлінських задач щодо підвищення якості управління ресурсами у виробничих проєктах рослинництва, що вказує на належну якість розроблених запропонованих засобів.

Ключові слова: моделі, методи, ресурси, управління, виробничі проєкти, рослинництво, втрати продукту.

ABSTRACT

Padyuka R.I. Models and methods of resource management of crop production projects. - Qualifying paper as a manuscript.

The dissertation for the scientific degree of the Candidate of Engineering (PhD) by the specialty 05.13.22 “Management of projects and programs” (12 – Information technologies, 126 – Information systems and technologies). – Lviv State University of Life Safety of the State Service of Ukraine for Emergency Situations, Lviv, 2020.

The dissertation work on the basis of the researches solves an important scientific and applied problem concerning improvement of quality of management of resources in industrial projects of plant growing thanks to development of the system-resource approach and development of models and methods based on features of and form the tools for initiating and planning these projects with limited resources.

The analysis of the state of the crop sector indicates that the agricultural sector of Ukraine is experiencing a crisis, one of the reasons for which is the lack of implementation of mutually agreed and coordinated production projects. One of the most relevant production projects today are crop projects. The implementation of crop production projects has a number of features, taking into account which in resource management will increase the financial benefits for their participants by reducing the loss of the final product.

The analysis of the existing classifications of resources in projects and the structure of their management processes made it possible to find out that in crop production projects they have their own characteristics, which requires the development of specific tools for their management. And modern methodologies and international standards, as well as scientific work on resource management in projects

do not fully reflect the characteristics of crop production projects, which reduces the quality of management and requires research to develop tools to manage us.

The established features of resource use in crop production projects suggest that methods and models should be developed taking into account the specific events of these projects, as well as the characteristics of the project environment to increase the efficiency of resource management processes. The given time situations during the organization of works in production projects of crop production, which are determined by climatic conditions and peculiarities of individual works, are the basis for coordination of works with events in these projects.

It is established that most of the existing information systems of automated project management are not able to perform high-quality and reliable resource management in crop production projects. For the implementation of crop production projects there is a need to adapt existing or develop new packages for the management of crop production projects, which would make it possible to take into account the characteristics of these projects and their changing design environment.

The performed system description and substantiated structural scheme of the organizational and technical system of crop production projects provide disclosure of causal links between their individual subsystems, as well as justification of the necessary components of resource management to ensure maximum efficiency of these projects. It is established that high-quality coordination of content, time and resources with the project environment is possible only on the basis of modeling the organizational and technical system of crop production projects.

The proposed system-resource approach to the management of crop production projects is based on the systematic disclosure of relationships between work and resources, as well as the impact on them of changing production and climatic components of the project environment, which is the basis for determining resource use and also provides the creation of quality tools for resource management of production projects during their initiation and planning.

Substantiated main principles of creating a model for selecting rational types of resources for work in crop production projects include the calculation of time

characteristics of all project works, construction of a project schedule and determination of expected losses of their product. These management processes are the basis for decision-making to provide the project with sufficient technical resources.

The proposed model of selection of rational types of resources for work in crop production projects is based on the development and use of artificial neural networks, which are a multilayer perceptron with the function of activating the neuron "hard step". This takes into account the production and climatic conditions of the region where crop production projects are implemented, the set of technical means available on the market, which adequately provides forecasting of resource efficiency indicators and the choice among them rational for a given project environment.

The improved model of forecasting product losses in crop production projects is based on the use of methods of calendar planning and simulation modeling of work in these projects, which provides a quantitative determination of indicators of late work for given resources. In contrast to the existing models, the proposed work takes into account the technological requirements for the directive terms of work, the scale of projects, as well as the number and properties of available resources, which underlies the choice of rational resources for crop production projects.

The developed method of production and technical resources management in crop production projects is the basis for determining the rational need for resources, which allows to increase the efficiency of these projects and minimize the loss of their product, as well as adequately predicts resource efficiency and the choice of rational for them. given design environment.

Improved methods for identifying the climatic component of the design environment of crop production projects and forming a database for their management are based on the analysis of statistical data of zoned agrometeorological stations and the availability of production and technical resources for project implementation. In contrast to the existing ones, they make it possible to fully take into account the impact of changing components of the project environment on the quality of knowledge gained on time deviations from the directive deadlines and

availability of resources when planning these projects. The determined decadal coefficients of weather for the conditions of western Polissya can be used for planning of works in crop production projects that will allow to increase accuracy of planning and to avoid considerable losses of a product of the specified project.

The proposed block diagram and algorithm of the developed decision support system for management of production and technical resources, which consists of two subsystems of data storage and formation of an orderly calendar schedule of works, allow to effectively analyze the use of available production and technical resources during work and, if necessary, additional resources to avoid product losses due to late work, which in turn is the basis for accelerating and ensuring quality management decisions.

The substantiated database and knowledge, as well as the developed practical tools of system-resource management of resources in production projects of crop production are based on the developed system-resource approach to management of production projects, models and methods included in management tools.

The formed database for resource management in production projects of crop production will allow to organize available land, technical and human resources and to establish the necessary knowledge for further modeling of projects by means of the developed system of decision support for system-resource management of the specified projects.

Based on the analysis of the results of assessing the performance of technical equipment (unit MTZ-82 + KPS-4) taking into account the impact of the climatic component of crop production projects, constructed a histogram of changes in the risk of accepted performance during planning. Based on a reasonable model of changing the risk of planned productivity of technical equipment for a given design environment (conditions EaRC LNAU) it can be argued that the allowable risk of accepted performance when planning work with these technical equipment is provided within 5, 11... 11.0 hectares per shift.

Based on the use of the developed decision support system for system and resource management of crop production projects, rational types and features of the

use of production and technical resources in the project environment of the educational and research center (EaRC) of Lviv National Agrarian University (LNAU). At the same time, the losses of the products of these projects become minimal and amount to 21.23 thousand dollars. US, which is 69% less than the baseline scenario, which does not involve streamlining resources, scaling up projects and attracting additional resources.

The obtained results of the study of the impact of the climatic component of the design environment of crop production projects on the productivity of technical equipment are the basis for quality planning of individual blocks of work taking into account the risk that causes their untimely implementation and loss of product. It can be noted that the analysis of statistical data of zoned agrometeorological stations and the availability of production and technical resources in crop production projects, taking into account the changing components of the project environment will allow to adequately determine the indicators of late work for given resources. In contrast to existing approaches, this one largely takes into account the impact of changing components of the project environment on the quality of knowledge gained on the directive deadlines, which provides an accurate definition of product losses of these projects.

Developed methods and tools of system-resource management of crop production projects are implemented in the practice of solving management problems to improve the quality of resource management in crop production projects, which indicates the proper quality of the developed proposed tools.

Key words: models, methods, resources, management, production projects, crop production, product losses.

Список публікацій здобувача.

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

Статті у міжнародних наукових виданнях і тих, що входять до міжнародних наукометричних баз (МНБ):

1. Tymochko V., Padyuka R. Prediction of losses in agricultural production output. *ECONTECHMOD. An international quarterly journal*. 2014. Vol. 3, No. 4. P. 55-58. **Видання входить до МНБ – Copernicus.**
2. Тымочко В.О., Падюка Р.И.. Идентификация технических ресурсов в проекте производства сельскохозяйственной продукции с использованием нейронных сетей. *MOTROL. Commission of Motorization and energetics in agriculture*. 2014. Vol. 16, No. 4. P. 55-60. **Видання входить до МНБ – Copernicus.**
3. Тымочко В.О., Падюка Р.И. Метод формирования календарного графика технологических операций процесса производства сельскохозяйственной продукции. *MOTROL. Commission of Motorization and energetics in agriculture*. 2015. Vol. 17, No. 4. P. 89-95. **Видання входить до МНБ – Copernicus.**
4. Тымочко В.О., Падюка Р.И. Метод обоснования производственной программы сельскохозяйственного предприятия. *MOTROL. Commission of Motorization and energetics in agriculture*. 2016. Vol. 18, No. 9. P. 109-114. **Видання входить до МНБ – Copernicus.**
5. Тимочко В. Падюка Р., Городецький І. Структурна модель інформаційної системи прийняття рішень з управління ресурсами у портфелі проектів сільськогосподарського підприємства. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. 2016. № 2 (1174). С. 49-53. **Видання входить до МНБ – Copernicus.**

6. Тимочко В., **Падюка Р.**, Городецький І. Ідентифікація транспортних засобів у проєктах сільськогосподарського виробництва. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проєктами. 2018. № 1 (1277). С. 75-79. **Видання входить до МНБ – Copernicus.**

7. Tryhuba A., Boyarchuk V., Tryhuba I., Ftoma O., **Padyuka R.**, Rudynets M. Forecasting the Risk of the Resource Demand for Dairy Farms Basing on Machine Learning. *Proceedings of the 2nd International Workshop on Modern Machine Learning Technologies and Data Science (MoMLeT+DS 2020)*. Vol. 1: Main Conference, Lviv- Shatsk, Ukraine, June 2-3, 2020. Lviv, 2020. P. 327-340. **Видання входить до МНБ – Scopus.**

Статті у наукових фахових виданнях України:

8. Тимочко В.О., **Падюка Р.І.** Можливості використання систем автоматизації управління проєктами для умов сільськогосподарського виробництва. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2013. №3/3 (63). С. 26-28.

9. Тимочко В.О., **Падюка Р.І.** Ідентифікація параметрів виробничо-технічних ресурсів портфеля проєктів сільськогосподарського підприємства. *Вісник Львівського національного аграрного університету : агроінженерні дослідження*. 2013. № 17. С. 22-29.

10. Тимочко В., Луб П., **Падюка Р.** Обґрунтування коефіцієнта погодності для прогнозування добової продуктивності машинно-тракторних агрегатів. *Вісник Львівського національного аграрного університету : агроінженерні дослідження*. 2017. № 21. С. 148-154.

11. Тимочко В.О., **Падюка Р.І.** Вибір транспортних засобів для транспортування сільськогосподарської продукції. *Розвиток транспорту. Збірник наукових праць Одеського національного морського університету*. 2018. №1 (2). С. 116-125.

12. Кравчук В., Падюка Т., **Падюка Р.** Концептуальна модель функціонування машинно-тракторного парку сільськогосподарського

підприємства. *Техніка і технології АПК*. 2014. № 7. С. 7-10.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

13. Тимочко В.О. **Падюка Р.І.** Концепція проактивного управління портфелем проєктів сільськогосподарського підприємства в умовах турбулентності та глобалізації світової економіки. *Управління проєктами у розвитку суспільства: Управління проєктами та програмами в умовах глобалізації світової економіки*: тези доп. X Міжнар. конф.: Київ: КНУБА, 2013. С. 254-255.

14. Тимочко В.О. **Падюка Р.І.** Формування бази даних інформаційно-аналітичної системи управління виробничо-технічними ресурсами портфеля проєктів сільськогосподарського підприємства. *Управління проєктами: стан та перспективи*: матеріали 9 Міжнар. наук.-практ. конф. Миколаїв: НУК, 2013. С. 341-343

15. Тимочко В.О. **Падюка Р.І.** Розробка плану робіт у проєктах збирання врожаю зерна. *Теоретичні основи і практичні аспекти використання ресурсоощадних технологій для підвищення ефективності агропромислового виробництва і розвитку сільських територій*: матеріали Міжнар. наук.-практ. форуму. Львів: ЛНАУ, 2013. С. 172-174.

16. Тимочко В.О., **Падюка Р.І.** Використання нейронних мереж для ідентифікації технічних ресурсів у проєкті виробництва сільськогосподарської продукції. *Управління проєктами у розвитку суспільства: Розвиток компетентності організації в управлінні проєктами, програмами та портфелями проєктів*: тези доп. XI Міжнар. конф. Київ: КНУБА, 2014. С. 210-211.

17. Тимочко В.О. **Падюка Р.І.** Идентификация машинно-тракторного агрегата с использованием нейронных сетей. *Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве*. Минск, 2014. Т. 3. С. 233-239.

18. Тимочко В.О., **Падюка Р.І.** Формування машинно-тракторних агрегатів з використанням нейронних мереж. *Теоретичні основи і практичні аспекти використання ресурсоощадних технологій для підвищення*

ефективності агропромислового виробництва і розвитку сільських територій: матеріали міжнар. наук.-практ. форуму. Львів: ЛНАУ. 2014, С. 543-545.

19. Тимочко В.О., **Падюка Р.І.** Особливості формування календарного графіку робіт у проєкті виробництва сільськогосподарської продукції *Управління проєктами: стан та перспективи:* матеріали 10 Міжнар. наук.-практ. конф. Миколаїв: НУК, 2014. С. 294-296

20. Тимочко В.О., **Падюка Р.І.** Управління виробничо-технічними ресурсами сільськогосподарського підприємства *Управління проєктами: стан та перспективи:* матеріали 11 Міжнар. наук.-практ. конф. Миколаїв: НУК, 2015. С. 143-144.

21. Тимочко В.О., **Падюка Р.І.** Інформаційно-аналітична система управління портфелем проєктів сільськогосподарського підприємства. *Перспективи ефективних управлінських рішень у бізнесі та проєктах:* матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. Одеса: Фенікс, 2015. С.117- 119.

22. Тимочко В.О., **Падюка Р.І.** Інформаційно-аналітична система управління технічними ресурсами сільськогосподарського підприємства. *Інформаційні технології та взаємодії (IT&I-2017):* IV Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Київ, 8-10 лист. 2017 р.). Київ: ВПЦ «Київський університет», 2017. С. 97-99.

23. Тимочко В.О., **Падюка Р.І.** Побудова календарного графіка робіт у проєктах сільськогосподарського підприємства. *Управління проєктами: стан та перспективи:* матеріали XVI-ї Міжнар. наук.-практ. конф. Миколаїв: НУК, 2020. С. 109-110.

ЗМІСТ

ВСТУП	19
РОЗДІЛ 1. СТАН ПРЕДМЕТНОЇ ГАЛУЗІ ТА НАУКИ З УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ У ПРОЄКТАХ.....	28
1.1 Аналіз стану галузі рослинництва та особливостей реалізації виробничих проєктів.....	28
1.2 Класифікація ресурсів у проєктах та структура процесів управління ними.....	34
1.3 Аналіз інструментарію управління ресурсами у проєктах.....	38
1.4 Аналіз можливостей використання існуючих автоматизованих систем управління у виробничих проєктах рослинництва.....	46
1.5 Висновки до розділу 1.....	49
РОЗДІЛ 2. КОНЦЕПЦІЯ СИСТЕМНО-РЕСУРСНОГО УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЧИМИ ПРОЄКТАМИ РОСЛИННИЦТВА.....	50
2.1 Системний підхід до управління ресурсами у виробничих проєктах рослинництва.....	50
2.2 Головні принципи створення моделі вибору раціональних типів ресурсів для виконання робіт у виробничих проєктах рослинництва.....	55
2.3 Узгодження робіт із подіями у виробничих проєктах рослинництва....	62
2.4 Висновки до розділу 2.....	69
РОЗДІЛ 3. МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ У ВИРОБНИЧИХ ПРОЄКТАХ РОСЛИННИЦТВА.....	70
3.1 Модель вибору раціональних типів ресурсів для виконання робіт у виробничих проєктах рослинництва.....	70
3.2 Модель прогнозування втрат продукту у виробничих проєктах рослинництва.....	77
3.3 Метод управління виробничо-технічними ресурсами виробничих проєктів рослинництва.....	84
3.4 Метод формування бази даних для управління виробничими	

проектами рослинництва.....	92
3.5. Метод ідентифікації кліматичної складової проєктного середовища виробничих проєктів рослинництва.....	98
3.6. Висновки до розділу 3.....	103
РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ОБҐРУНТУВАННЯ БАЗИ ДАНИХ, ЗНАТЬ ТА ВИКОРИСТАННЯ РОЗРОБЛЕНОГО ІНСТРУМЕНТАРІЮ СИСТЕМНО-РЕСУРСНОГО УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЧИМИ ПРОЄКТАМИ РОСЛИНИЦТВА.....	105
4.1 Структурна схема та алгоритм роботи розробленої системи підтримки прийняття рішень для управління виробничо-технічними ресурсами.....	105
4.2 Результати обґрунтування бази даних для управління ресурсами у виробничих проєктах рослинництва.....	111
4.3 Результати ідентифікації кліматичної складової проєктного середовища та дослідження її впливу на тривалість виконання робіт у виробничих проєктах рослинництва.....	113
4.4 Результати обґрунтування моделей використання технічних ресурсів під час реалізації виробничих проєктів рослинництва.....	116
4.5 Результати моделювання та обґрунтування потреби у ресурсах для реалізації виробничих проєктів рослинництва.....	120
4.6 Висновки до розділу 4.....	126
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	128
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	131
ДОДАТКИ.....	149
Додаток А. Список публікацій здобувача за темою дисертації.....	150
Додаток Б. Відомості про апробацію результатів дисертації.....	154
Додаток В. Результати ідентифікації кліматичної складової проєктного середовища виробничих проєктів рослинництва.....	156
Додаток Г. Результати моделювання виробничих проєктів рослинництва.....	157

Додаток Е. Результати моделювання та обґрунтування потреби у ресурсах для реалізації виробничих проєктів рослинництва.....	162
Додаток Ж. Акти впровадження науково-дослідної роботи у виробництво.....	168

ВСТУП

Актуальність теми. Сьогодні аграрна галузь України є стратегічно важливою складовою продовольчої безпеки, що підтверджується як статистичними даними, так і прогнозами щодо її розвитку. Водночас, на території держави є значний потенціал природних ресурсів, що дає можливість забезпечити продуктами харчування як населення нашої держави, так і інших держав. Для підвищення ефективності діяльності у аграрній галузі сьогодні уже реалізовано низку проєктів щодо її розвитку. Окрім того, сільськогосподарські підприємства реалізують множину виробничих проєктів. З-поміж них вагоме значення мають виробничі проєкти рослинництва (ВПР), які реалізуються в умовах ресурсних обмежень. Окрім того, ВПР передбачають спільне використання для окремих проєктів пулу виробничо-технічних ресурсів (виконавці, земельні ділянки, техніка, приміщення та обладнання для первинної переробки та зберігання продукції тощо). Недостатня кількість цих ресурсів або їх нераціональне використання призводить до несвоєчасного виконання робіт у ВПР, що спричинює втрати кінцевого продукту, а також знижує ефективність реалізації зазначених проєктів.

Проблема мінімізації втрат від несвоєчасного виконання робіт у ВПР залишається невирішеною. Їх зниження можна досягти на основі якісного управління ресурсами у ВПР, що вимагає розробки відповідних моделей та методів та алгоритмів прийняття якісних управлінських рішень. Це пов'язано із тим, що існуючі інструментальні засоби управління ресурсами у проєктах не враховують особливостей аграрного виробництва та зокрема виробництва продукції рослинництва.

Існуючі міжнародні стандарти та методології управління проєктами є важливим регламентуючим інструментарієм для проєктного управління. Вони постійно розвиваються. Зокрема, у міжнародних стандартах «Керівництво до зводу знань з управління проєктами» (PMBOK Guide, 6th edition) та «Практичному стандарті оцінювання проєктів» (Practice Standard for Project

Estimating) розширено дві галузі знань. Зокрема, запропоновано використовувати галузі знань «управління розкладом проєкту» (Project schedule management) та «управління ресурсами проєкту» (Project resource management), що свідчить про їх вагомість для забезпечення ефективності реалізації проєктів. Однак, що стосується виробничих проєктів, зокрема аграрного виробництва, то ними не відображаються основні особливості їх реалізації та мінливого проєктного середовища. Ними не враховується те, що множина робіт у ВПР регламентується кліматичними складовими проєктного середовища. Тривалість виконання цих робіт є обмеженою технологічними регламентами, що представлені агротехнічно допустимими термінами їх виконання, а також біологічними особливостями розвитку культур та видом виконуваних робіт. Використання ресурсів досить тісно пов'язане із змістом та часом виконання робіт, а також конфігурацією ВПР. Окремі ВПР виконуються на підставі виділення для них природних ресурсів (поля із їх конфігурацією та ґрунтами), які у свою чергу зумовлює потребу виконання основних блоків робіт лише послідовно, що унеможливує паралельне виконання блоків робіт у зазначених проєктах. Під час управління ВПР виникають додаткові обмеження, що значно ускладнюють процес розподілу ресурсів як за видами, так і у часі. Здебільшого це стосується універсальних технічних ресурсів та виконавців, де однотипні технічні ресурси можуть бути одночасно використані на різних роботах у ВПР, що при їх нестачі спричиняє незворотні втрати продукту проєкту внаслідок несвоєчасного виконання робіт. Зазначені особливості слід враховувати під час планування потреби у виробничо-технічних ресурсів для реалізації окремих ВПР.

У виконаній дисертаційній роботі розв'язується науково-прикладна задача, яка стосується підвищення якості управління ресурсами у ВПР завдяки розвитку системно-ресурсного підходу та розробленню моделей та методів, які базуються на врахуванні особливостей реалізації зазначених проєктів, їх проєктного середовища та формують інструментарій ініціації та планування

зазначених проєктів. Отже, тема виконана дисертаційна робота є досить своєчасною і актуальною на даний час.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалась згідно з основними положеннями «Державної цільової програми розвитку аграрного сектору економіки на період до 2022 року», що затверджена Кабміном України від 30.12.2015 р. № 1437-р, «Комплексної програми підтримки та розвитку агропромислового виробництва Львівської області на 2016-2020 рр.», затверджена рішенням Львівської обласної ради № 106 від 01.03.2016р. Окрім того, вона виконувалась згідно з темою наукових досліджень «Розробка проєктно-керованих інноваційних систем, ресурсощадних технологій і технічних засобів в агропромисловому виробництві (АПВ) та його енергозабезпеченні» (ДР № 0116U003179), яка входить до наукових досліджень Львівського національного аграрного університету. У зазначених дослідженнях автор був виконавцем окремих їх підрозділів.

Мета і завдання дослідження. *Метою дослідження є розробка моделей та методів системно-ресурсного управління виробничими проєктами рослинництва із врахуванням особливостей зазначених проєктів та їх мінливого проєктного середовища.*

Для досягнення поставленої мети слід виконати такі *завдання*:

➤ провести аналіз стану предметної галузі, а також науки та практики управління ресурсами у проєктах, обґрунтувати потребу у розробленні нових, а також удосконалення відомий методів, моделей та інструментальних засобів ресурсного управління ВПР;

➤ запропонувати системно-ресурсну концепцію управління ВПР із урахуванням особливостей реалізації зазначених проєктів та їх проєктного середовища;

➤ розробити метод управління виробничо-технічними ресурсами у ВПР та модель вибору раціональних типів ресурсів для виконання робіт у цих проєктах;

➤ удосконалити модель прогнозування втрат продукту ВПП та методи ідентифікації кліматичної складової проєктного середовища зазначених проєктів і формування бази даних для управління ними;

➤ обґрунтувати базу даних та знань та розробити практичний інструментарій для системно-ресурсного для управління ресурсами у ВПП, обґрунтувати раціональну потребу у ресурсах ВПП для заданого проєктного середовища, впровадити у практику методику прогнозування втрат продукту ВПП та рекомендації щодо вибору раціональних типів виробничо-технічних ресурсів для виконання робіт у цих проєктах.

Об'єктом дослідження є процеси системно-ресурсного управління ВПП.

Предметом дослідження є моделі, методи та засоби системно-ресурсного управління ВПП, показники використання ресурсів та втрат у ВПП, а також закономірності їх зміни від мінливого проєктного середовища.

Методи дослідження. Науково-прикладна задача підвищення якості управління ресурсами у ВПП розв'язувалась на основі використання чинних методологій управління проєктами на підставі врахування мінливого проєктного середовища, системного підходу оцінення потреби у ресурсах ВПП та впливу множини чинників проєктного середовища на ефективність системно-ризикового управління ВПП, аналізу та синтезу, індукції, дедукції та аналогій до дослідження процесів управління ресурсами у ВПП, математичної статистики для встановлення статистичних моделей показників використання ресурсів та характеристик проєктного середовища, експертних оцінок для означення директивних термінів виконання робіт із врахуванням технологічних регламентів щодо реалізації ВПП, експериментальних досліджень для обґрунтування бази даних щодо характеристик проєктного середовища, імітаційного моделювання для розроблення інформаційно-аналітичної системи управління ресурсами ВПП.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що:

➤ *вперше розроблено*

– системно-ресурсну концепцію управління ВПР, який забезпечує врахування системних взаємозв'язків між виконанням робіт та ресурсами, а також вплив на них мінливих виробничих та кліматичних складових проєктного середовища, що лежить в основі визначення показників використання ресурсів та ризику втрат продукту проєкту, а також забезпечує створення якісного інструментарію для управління ресурсами виробничих проєктів під час їх ініціації та планування;

– метод управління виробничо-технічними ресурсами у ВПР, який враховує системний вплив характеристик проєктів (пріоритети, масштаб, технології виробництва) та їх мінливого проєктного середовища (виробничі та кліматичні складові), а також властивостей наявних ресурсів, на зміст та час виконання робіт, що лежить в основі визначення раціональної потреби у ресурсах, уможливорює підвищення ефективності реалізації зазначених проєктів та мінімізує втрати їх продукту;

– модель вибору раціональних типів ресурсів для виконання робіт у ВПР, яка базується на розробленні та використанні штучних нейронних мереж, що являють собою п'ятишаровий перцептрон із функцією активації нейрона «жорстка сходинка», якими враховуються виробничі та кліматичні умови регіону, множина наявних на ринку або у підприємстві технічних засобів, що адекватно забезпечує прогнозування показників ефективності використання ресурсів та вибору з-поміж них раціональних для заданого проєктного середовища.

➤ *удосконалено*

– модель прогнозування втрат продукту ВПР, яка базується на використанні методів календарного планування та імітаційного моделювання виконання робіт у проєктах для кількісного визначення показників несвоєчасно виконаних робіт за заданих ресурсів і на відміну від існуючих враховує

технологічні вимоги щодо директивних термінів виконання робіт, масштаби проєктів, а також кількість та властивості доступних ресурсів;

– метод ідентифікації кліматичної складової проєктного середовища виробничих проєктів рослинництва та формування бази даних для управління ними, які базуються на аналізі статистичних даних районованих агрометеорологічних станцій та доступності виробничо-технічних ресурсів для реалізації проєктів, що на відміну від існуючих дає змогу повною мірою врахувати вплив мінливих складових проєктного середовища на якість отриманих знань щодо часових відхилень від директивних термінів виконання робіт та доступності ресурсів під час планування зазначених проєктів.

Практичне значення отриманих результатів стосується того, що вони забезпечили розробку:

– методики управління ресурсами у ВПР, що передбачає використання обґрунтованих моделей та методів, а також враховує системний вплив мінливих характеристик проєктного середовища, обмежених виробничо-технічних ресурсів та дає можливість підвищення їх ефективності. Розроблена методика лежить в основі запропонованої системи підтримки прийняття управлінських рішень для управління ресурсами у ВПР із врахуванням їх особливостей та мінливого проєктного середовища;

– алгоритм та комп'ютерну програму узгодження змісту та масштабів проєктів із наявними ресурсами ВПР, які базуються на удосконалених методах планування потреби у ресурсах для реалізації ВПР та формування бази даних для управління ними, що забезпечує отримання точного прогнозування кількісних значень показників використання ресурсами у ВПР, які забезпечують вибір раціональних їх типів під час планування потреби у ресурсах.

Результати досліджень впроваджено у навчально-науковому дослідному центрі Львівського національного аграрного університету (ННДЦ ЛНАУ) (акт впровадження від 03.11.2020 р.). Виконані дослідження забезпечили розробку здобувачем методичних рекомендацій для студентів факультету механіки та

енергетики Львівського національного аграрного університету, які вивчають дисципліни «Управління проєктами» та «Проєктування інформаційних систем у рослинництві» (акт впровадження від 11.09.2020 р.).

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є самостійним науковим дослідженням, а всі подані наукові положення, розробки, а також отримані результати, які виносяться на захист, повністю стосуються галузі управління проєктами та програмами. Внесок здобувача у подані наукові праці, співавтором яких він є, полягає в наступному: розроблено метод визначення втрат продукту у проєкті виробництва сільськогосподарської продукції, який враховує технологічні вимоги щодо директивних термінів виконання робіт у проєкті [149]; розроблені методологічні принципи ідентифікації технічних ресурсів на основі використання нейронних мереж [117]; розроблені моделі розрахунку очікуваних втрат продукту проєкту внаслідок порушення директивних термінів виконання робіт для різних часових ситуацій у проєкті [119]; запропоновано системно-ресурсну концепцію обґрунтування виробничої програми сільськогосподарського підприємства [118]; обґрунтовано алгоритми та комп'ютерну програму інформаційної системи прийняття рішень з управління ресурсами у виробничих проєктах рослинництва [89]; розроблені методологічні принципи ідентифікації транспортних засобів у проєктах з виробництва продукції рослинництва на основі використання нейронних мереж [91]; обґрунтовано системно-ресурсну концепцію управління виробничими проєктами [146]; проаналізовано стан проблеми у сільськогосподарському виробництві та можливості застосування існуючих систем автоматизованого управління проєктами у виробничих проєктах рослинництва [103]; здійснено ідентифікацію основних параметрів виробничо-технічних ресурсів у виробничих проєктах рослинництва [102]; розроблено алгоритм розрахунку декадного коефіцієнта погодності для врахування природно-кліматичного чинника у проєктах з виробництва продукції рослинництва [88]; розроблена блок-схема алгоритму вибору видів транспортних засобів для транспортування сільськогосподарської продукції [109]; розроблено системно-ресурсну

концепцію обґрунтування моделі функціонування машино-тракторного парку сільськогосподарського підприємства [44]; означено головні принципи концепції проактивного управління ВПР [101]; обґрунтовано бази даних і знань для системно-ресурсного управління ВПР [99]; обґрунтовано системно-ресурсну концепцію управління проектом збирання врожаю зерна [98]; обґрунтовано системно-ресурсну концепцію управління технічними ресурсами ВПР на основі використання нейронних мереж [95]; розроблений алгоритм формування оптимального технічного ресурсу для ВПР з використанням нейронних мереж [116]; запропоновано методологічні основи формування машино-тракторного агрегату з використанням теорії нейронних мереж [94]; означено особливості формування календарного графіку робіт ВПР з врахуванням системно-ресурсного управління даними проектами [92]; обґрунтовано системно-ресурсну концепцію управління виробничо-технічними ресурсами у ВПР [93]; обґрунтовано алгоритми та комп'ютерну програму інформаційно-аналітичної системи для системно-ресурсного управління виробничими проектами із мінливим проектним середовищем [100]; розроблено структурну схему системи підтримки прийняття рішень для системно-ресурсного управління ВПР [96]; обґрунтовано системно-ресурсну концепцію побудови календарного графіку робіт у виробничих проектах сільськогосподарського підприємства [97].

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідались та отримали позитивну оцінку на 2nd International Workshop on Modern Machine Learning Technologies and Data Science «MoMLLeT+DS 2020» (Lviv- Shatsk, 2020), X та XI Міжнародних науково-практичних конференціях «Управління проектами у розвитку суспільства» (м. Київ, 2013–2014 рр.), IX-XI, XVI Міжнародних науково-практичних конференціях «Управління проектами: стан та перспективи» (м. Миколаїв, 2013-2015 рр., 2020 р.), II Міжнародній науково-практичній конференції «Перспективи ефективних управлінських рішень у бізнесі та проектах» (м. Одеса, 2015 р.), IV Міжнародній науково-практичній конференції

«Інформаційні технології та взаємодії (IT&I-2017)» (м. Київ, 2017 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве» (м. Мінськ, 2014 р.), XIV-XV Міжнародних науково-практичних форумах «Теоретичні основи і практичні аспекти використання ресурсоощадних технологій для підвищення ефективності агропромислового виробництва і розвитку сільських територій» (м. Дубляни, 2013-2014 рр.), щорічних звітних науково-практичних конференціях аспірантів та здобувачів Львівського національного аграрного університету (м. Дубляни, 2013–2019 рр.).

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, 6 додатків та списку використаних джерел зі 150 найменувань. Основна частина викладена на 112 сторінках тексту, містить 11 таблиць і 30 рисунків. Повний обсяг роботи з додатками становить 169 сторінок.

РОЗДІЛ 1.

СТАН ПРЕДМЕТНОЇ ГАЛУЗІ ТА НАУКИ З УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ У ПРОЄКТАХ

1.1. Аналіз стану галузі рослинництва та особливостей реалізації виробничих проєктів

Галузь рослинництва у аграрному виробництві відіграє надзвичайно важливу роль у формуванні продовольчої безпеки України [53]. Саме ця галузь забезпечує населення продуктами харчування, корми для худоби, сировину для переробної та легкої промисловості, а також забезпечує зовнішньою торгівлю. Рослинництво включає ряд напрямів: вирощування зерна, виробництво цукрових буряків, олійних культур, картоплі, овочів, кормових та інших культур.

Сьогодні багато галузей аграрного виробництва перебувають у дуже складному становищі, значна частина середніх та малих сільськогосподарських виробників вони є збитковими. Саме це вимагає реалізації низки виробничих проєктів та розробки інструментарію управління ними, що забезпечить підвищення ефективності рослинництва у середніх та малих сільськогосподарських підприємствах [81].

Щороку вартість сільськогосподарської продукції в Україні значно зростає, особливо це стосується виробництва сільськогосподарських культур. Різке зростання виробничих витрат зумовлене значним зростанням вартості ресурсів (технічних засобів, паливно-мастильних матеріалів, мінеральних та органічних добрив, засобів захисту рослин, енергії, а також заробітної плати), які залучаються до реалізації виробничих проєктів. Тому кожне сільськогосподарське підприємство потребує якісного планування виробничих проєктів, а особливо витрат ресурсів на їх реалізацію, щоб прогнозувати усі етапи виконання робіт та цінність отриманого продукту.

Економічна нестабільність аграрного виробництва в ринкових умовах проявляється не тільки в ефективності, а й у витратах ресурсів, що зумовлюють зазначену ефективність. Тому важливе місце у якісному плануванні виробничих проєктів є займають процеси управління ресурсами. Це слід враховувати для досягнення більш високих результатів, з меншими витратами ресурсів (трудових, технічних, матеріальних, фінансових тощо). Також важливу роль у формуванні цінності виробничих проєктів рослинництва мають природні ресурси (землі із їх ґрунтами), які є основою для отримання високих врожаїв сільськогосподарських культур, що характеризує цінність отриманого продукту зазначених проєктів.

Для оцінки цінності продукту виробничих проєктів у рослинництві спочатку необхідно визначити витрати на реалізацію, а також оцінити ринкову складову, що характеризується вартістю сільськогосподарської продукції відповідно до її якості. При цьому вагому роль відіграють виробничо-технічні ресурси сільськогосподарських підприємств, до яких належать виробничі площі (земельні ділянки) для вирощування сільськогосподарських культур, техніка, приміщення та обладнання для первинної переробки й зберігання продукції тощо. Динаміка площ посівів сільськогосподарських культур впродовж 2010-2019 рр. наведена на рис.1.1.

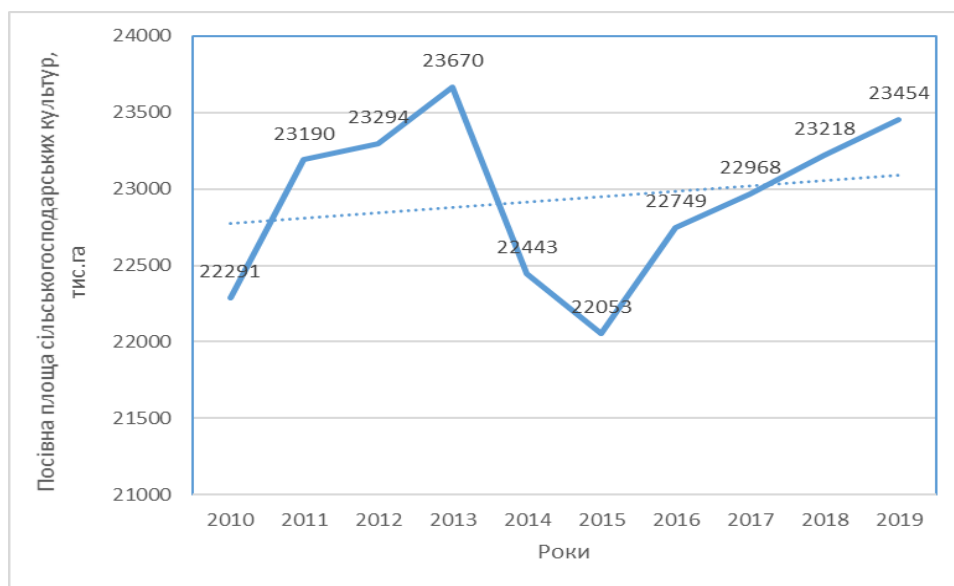


Рис. 1.1 Динаміка площ посівів сільськогосподарських культур впродовж 2010-2019 рр. (Дані Держкомстат України)

Оскільки виробничі площі сільськогосподарських підприємств (земельні ділянки) для вирощування сільськогосподарських культур здебільшого не зазнають значних змін впродовж всього періоду діяльності цих підприємств, про що свідчать дані рис.1.1., то основними керованими ресурсами сільськогосподарських підприємств є їх машинно-тракторний парк (МТП). Саме він, здебільшого, складається з тракторів, сільськогосподарських машин та комбайнів.

Аналіз структури посівних площ під сільськогосподарськими культурами за 2019 рік (рис. 1.2) показує, що в їх структурі здебільшого переважають зернові та зернобобові (пшениця, озима і яра, кукурудза на зерно, ячмінь та гречка). Це лежить в основі вибору ресурсів для виробничих проєктів рослинництва відповідно до заданої технології вирощування зазначених культур.

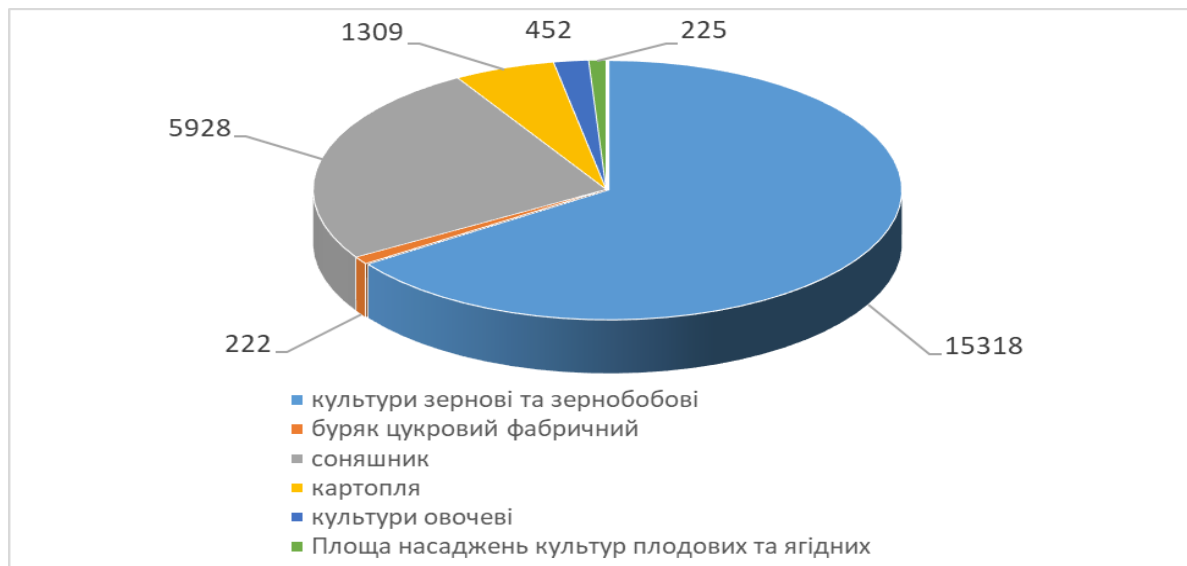


Рис. 1.2. Структура посівних площ під сільськогосподарськими культурами за 2019 рік (Дані Держкомстат України)

Для реалізації виробничих проєктів рослинництва використовується різноманітна сільськогосподарська техніка на різних етапах виробництва (підготовка ґрунту, посів, догляд за посівами, збирання, тощо). Стан забезпечення даними ресурсами сільськогосподарських підприємств можливо

оцінити дослідивши загальнодоступні дані бюлетенів Державної служби статистики, а саме - «Наявність сільськогосподарської техніки та енергетичних потужностей у сільському господарстві» за період 2000-2019 років.

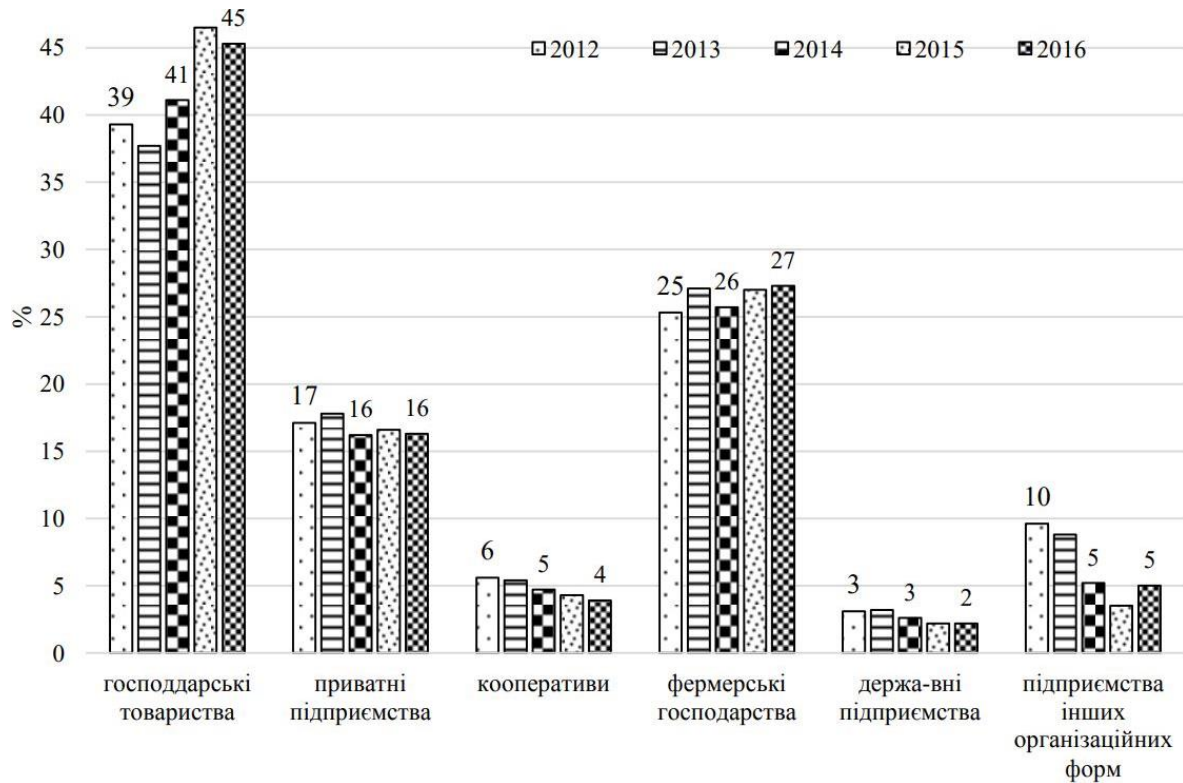


Рис. 1.3. Динаміка зміни наявності тракторів усіх марок у сільськогосподарських підприємствах різних форм власності впродовж 2012-2017 рр. [134]

Аналіз динаміки зміни наявності тракторів усіх марок у сільськогосподарських підприємствах та фермерських господарствах впродовж 2012-2016 років (рис. 1.3) показав, що наявність тракторів у малих господарських товариствах та фермерських господарствах незначно зростає. Водночас у всіх інших підприємствах усіх марок постійно зменшувалася впродовж досліджуваного періоду. Вцілому спостерігається тенденція до скорочення парку тракторів. Схожу тенденцію можна спостерігати і у динаміці зміни наявності зернозбиральних комбайнів усіх марок у сільськогосподарських підприємствах та фермерських господарствах.

Структура наявності сільськогосподарської техніки у сільськогосподарських підприємствах також є дуже різноманітною і неоднорідною. З діаграми (рис. 1.4) видно що в структурі переважають сівалки всіх видів, вантажні та вантажно-пасажирські автомобілі та тракторні причепа.

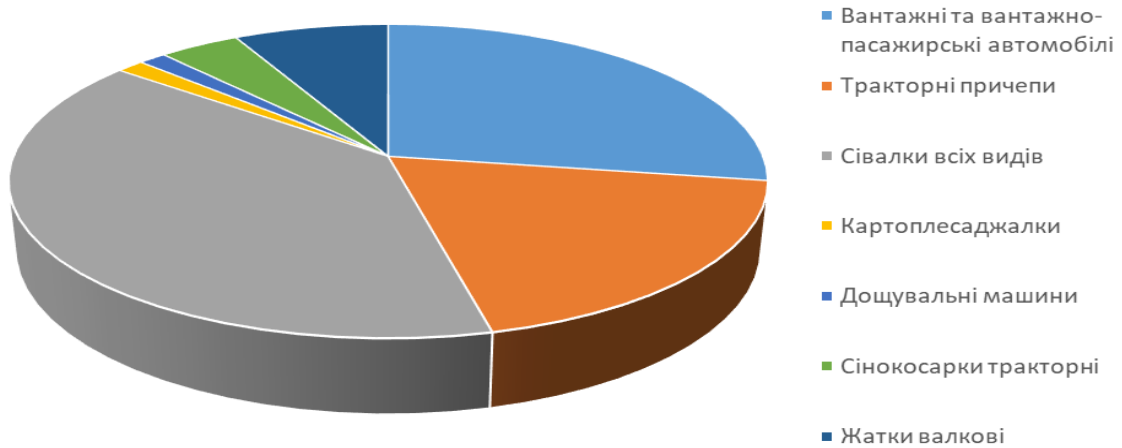


Рис. 1.4. Структура наявних видів сільськогосподарської техніки у сільськогосподарських підприємствах за 2017 рік (Дані Держкомстат України)

Вцілому на підставі аналізу ресурсного забезпечення галузі рослинництва можна стверджувати, що структура земельних ресурсів залишається майже незмінною. Водночас спостерігається зміна кількості наявного технічного оснащення. Зміну кількості і структурного складу сільськогосподарської техніки зумовлює постійна зміна технологій вирощування сільськогосподарських культур. При цьому, зміна кількості та маркового складу технічного оснащення за сталих площ посівів сільськогосподарських є важливою передумовою для проведення досліджень щодо планування ресурсного забезпечення виробничих проєктів рослинництва, від якого значною мірою залежить цінність отриманого продукту.

На даний час у багатьох прикладних сферах переходять на проєктно-орієнтованої діяльності, яка передбачає розгляд окремих етапів та складових виробництва будь-якої продукції на підставі реалізації окремих проєктів, якими слід управляти.



Рис. 1.5. Структура процесів планування техніко-технологічного забезпечення сільськогосподарських підприємств [134]

Окремі науковці у своїх наукових працях [134] пропонують структуру процесів планування техніко-технологічного забезпечення сільськогосподарських підприємств (рис. 1.5). Однак їх використати для управління ресурсами у виробничих проєктах неможливо, так як вони не базуються на методології проєктного управління та не передбачають моделювання використання ресурсів для заданого проєктного середовища, що унеможливує отримання адекватних результатів.

Стосовно виробничих проєктів рослинництва, то сьогодні адекватний інструментарій, який враховує їх особливості відсутній. Оскільки у виробничих проєктах рослинництва використовуються виробничо-технічні ресурси, кількість та марковий склад яких слід узгоджувати із мінливими виробничими та кліматичними умовами, то це зумовлює потребу у використанні моделей та методів, які відобразатимуть їх особливості та особливості виконання зазначених проєктів.

1.2. Класифікація ресурсів у проєктах та структура процесів управління ними

Управління ресурсами у проєктах підтримує постійне постачання технічного оснащення та матеріалів, координує трудові ресурси, а також контролює дотримання рішень щодо використання ресурсів проєкту. Управління ресурсами є важливою складовою управління виробничими проєктами для отримання запланованих результатів. Управління ресурсами є важливою складовою управління виробничими проєктами, яка стосується процесів планування трудових, матеріально-технічних ресурсів, закупівель, постачання, розподілу, обліку та контролю.

Планування робіт з реалізації виробничих проєктів у галузі рослинництва, запланованих відповідно до регламентованих термінів, включає вимоги до ресурсів для кожного виду робіт.

Управління ресурсами проєкту передбачає участь у розробці та плануванні розкладу робіт щодо реалізації проєкту впродовж життєвого циклу, моніторингу виконання робіт, контролю за їх виконанням та підготовці пропозицій щодо необхідних змін використовуваних ресурсів.

За умови, що окремо розглядаються матеріально-технічні ресурси, то управління ресурсами передбачає їх придбання та постачання. При цьому процеси планування матеріально-технічних ресурсів допомогу, вибір постачальників, постачання матеріалів, управління контрактами від укладення до завершення.

У виробничих проєктах розглядаються такі типи ресурсів (рис. 1.6):

1. Природні ресурси - ресурси землі, води, атмосфери, космосу;
2. Виробничо-технічні - засоби виробництва, предмети праці тощо.
3. Трудові ресурси (розділені на групи);
4. Ресурси для кінцевих споживачів продукту проєкту;
5. Інформаційні ресурси - науковий потенціал, культура та освіта;
6. Фінансові ресурси - капітальні вкладення, кредитні ресурси тощо.

7. Зовнішні ресурси - валютні резерви, зовнішньоторговельні відносини тощо.



Рис. 1.6. Ресурсна піраміда виробних проєктів

Для зручності під час роботи над проєктом вищезазначені ресурси групуються таким чином [126]:

- матеріально-технічні ресурси - сировина: матеріали, конструкції, комплектуючі; енергетичні ресурси; паливо; технологічні ресурси: машини, механізми, обладнання.
- трудові ресурси, що працюють безпосередньо з матеріально-технічними ресурсами – виконавці робіт тощо.

Одночасно виділяються два основних типи ресурсів:

- невідновлювані ресурси, зберігаючі та накопичувальні;
- відновлювані, запаси, ненакопичувальні ресурси.

У процесі виконання проєктів невідновлювані ресурси, зберігаючі та накопичувальні ресурси повністю використовуються, що перешкоджає повторному використанню. Не використані в окремий даний період життєвого циклу проєкту ресурси, вони можуть бути використані в майбутньому [121]. Іншими словами, накопичення таких ресурсів можливо при подальшому використанні запасів. Тому їх часто називають ресурсами «енергетичного»

типу. Прикладами таких ресурсів є: паливо, робоча сила, наявна робоча сила та фінансові ресурси.

Відновлювані, запаси, ненакопичувальних ресурсів під час виконання робіт у проєктах зберігає свою природно-матеріальну форму і в результаті їх використання вони ще можуть бути використаними в інших роботах [121]. Якщо ці ресурси простоюють, то їх невикористана потужність не компенсується, тобто не накопичується. Тому ці ресурси також називають ресурсами «ємності». Прикладами таких ресурсів трудові ресурси та багаторазово використовуване технічне оснащення тощо.

У роботі [120] пропонується матеріально-технічне забезпечення виробничих проєктів здійснювати на підставі виконання низки процесів, які представлені на рис. 1.7.

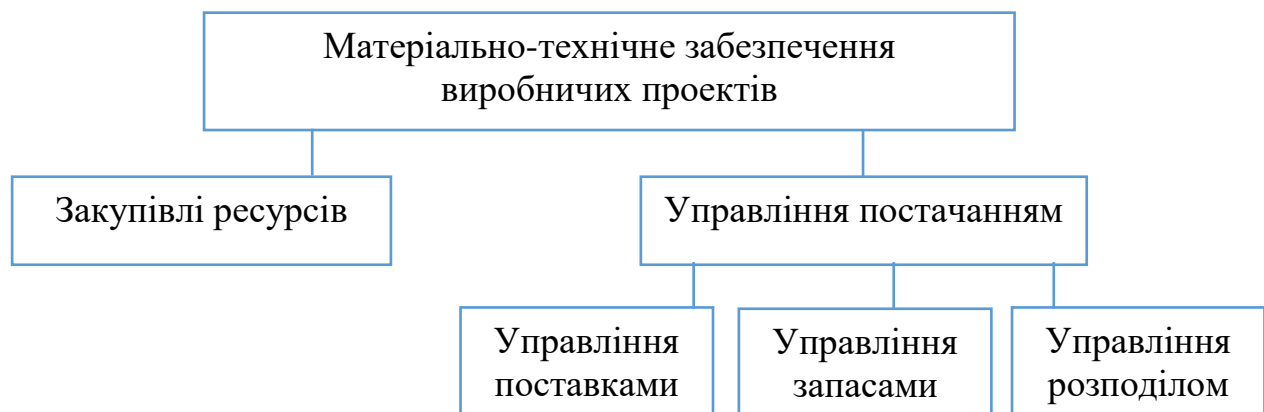


Рис. 1.7. Процеси матеріально-технічного забезпечення виробничих проєктів [120]

Результатом планування закупівель ресурсів за контрактом є формування закупівельної документації, яка визначає принципи закупівлі, терміни, суми витрат та інші деталі. Правильно підібрані джерела постачання ресурсів відповідатимуть цілям плану закупівель. Після оцінки джерел закупівлі, на основі аналізу їх пропозицій, проєктні менеджери ведуть з постачальниками та укладають контракти, якщо стейкхолдери погоджуються на запропоновані умови.

Проаналізуємо запропоновану у роботі [120] структурну модель управління ресурсами (рис. 1.8).



Рис. 1.8. Структурну модель управління ресурсами проєктів [120]

На підставі аналізу структурної моделі управління ресурсами проєктів можна сказати, що вона є вагомим орієнтиром для управління ресурсами у виробничих проєктах рослинництва. Однак використати зазначені процеси у повному обсязі для виробничих проєктах рослинництва неможливо, так як їх основою є придбання ресурсів. Водночас, у проєктах вартість виробничо-технічних ресурсів є значною і окремі сільськогосподарські підприємства не спроможні придбати на ринку потрібні ресурси. Виникають задачі та існує потреба у реалізації управлінських процесів оптимізації залучення існуючих ресурсів та пошуку раціональних сценаріїв їх використання із врахуванням мінливих виробничих та кліматичних складових проєктного середовища.

1.3. Аналіз інструментарію управління ресурсами у проєктах

Загальні засади методології управління ресурсами у проєктах представлені у міжнародних стандартах з управління проєктами ISO 21500:2012 та PmBOK [69; 70; 71; 140; 150]. Згідно з ними метою управління ресурсами є забезпечення того, щоб ресурси, які необхідні для здійснення робіт за проєктом, були у повній мірі доступними і призначалися в необхідному порядку, що відповідає вимогам проєкту [70]. Тому залежно від специфіки проєктів та їх проєктного середовища в якому вони реалізуються, до них можуть ставитися абсолютно різні вимоги і обмеження.

Існуючі міжнародні стандарти та методології управління проєктами є важливим регламентуючим інструментарієм для проєктного управління. Вони постійно розвиваються [1; 2; 5]. Зокрема, у міжнародних стандартах «Керівництво до зводу знань з управління проєктами» (PMBOK Guide, 6th edition) та «Практичному стандарті оцінювання проєктів» (Practice Standard for Project Estimating) розширено дві галузі знань [69]. Запропоновано використовувати галузі знань «управління розкладом проєкту» (Project schedule management) та «управління ресурсами проєкту» (Project resource management), що свідчить про їх вагомість для забезпечення ефективності реалізації проєктів.

Однак, що стосується виробничих проєктів, зокрема аграрного виробництва, то ними не відображаються основні особливості їх реалізації та мінливого проєктного середовища. Ними не враховується те, що множина робіт у виробничих проєктах рослинництва регламентується кліматичними складовими проєктного середовища. При цьому тривалість виконання зазначених вище робіт є обмеженою технологічними регламентами, що представлені агротехнічно допустимими термінами їх виконання, а також біологічними особливостями розвитку культур та видом виконуваних робіт.

Управління ресурсами, як невід'ємний елемент управління проєктами, прагне досягти вищих результатів за менших витрат. Управління ресурсами безпосередньо пов'язане з оптимізацією та ефективністю. Коли відомо, що

потрібно для успіху проєкту, можна ефективно спланувати оптимальне використання ресурсів.

Сьогодні відомо багато інструментів для управління ресурсами [6;7;13; 28; 36]. При цьому класифікація методів та механізмів розподілу ресурсів між роботами та виконавцями є численною. Одними з найпоширенішими є методами є такі, які передбачають розподіл по цілях проєкту, та ті, в яких ресурси розподіляються за виконавцями проєкту.

Перший підхід є більш поширеним, він використовує наступні методи та підходи:

- використання матриці розподілу ресурсів [36];
- використання лінійного програмування, зокрема модифіковані методи динамічного програмування для визначення математичного сподівання загального ефекту у векторі розподілу ресурсів та проблем розподілу ресурсів [28];
- мережеві моделі [6];
- експертних методи тощо.

Розподіл ресурсів відповідно до цілей проєкту найчастіше використовується на етапі планування проєкту, але під час розподілу ресурсів він має один недолік. Зокрема, він не враховує особливості підрядників, від яких залежить ефективність.

На особливу увагу заслуговують процеси використання ресурсів у проєктах. Тому в більшості випадків краще використовувати другий підхід – розподіл виконавців. Цей підхід характеризується наступними методами та механізмами:

1. Використання лінійного програмування, особливо у проєктах логістичних систем [7], яке враховує витрати часу чи грошей на транспортування виділеного ресурсу, і тому не є значущими для кожного проєкту.

2. Методи експертних оцінок.

3. Пріоритетні механізми – розподіл базується на пріоритеті ресурсу чи

виконавця. Існує три типи механізмів визначення пріоритетів: прямі пріоритети, зворотні пріоритети та абсолютні пріоритети. У механізмі прямих пріоритетів ресурс розподіляється шляхом зменшення важливості пріоритету виконавця [13]. Перевага – більш важливі виконавці точно отримують ресурс, недолік – пріоритет виконавця пов'язаний з обсягом робіт, тобто якщо ресурс дуже обмежений, його отримують лише перші кілька робіт або виконавців.

Механізм обернених пріоритетів – це розподіл ресурсів за рахунок збільшення пріоритету виконавця. Тобто буде створено набір розробників з низьким пріоритетом і, як наслідок, невеликими вимогами до ресурсів, які будуть повністю забезпечені [13], що є перевагою зазначеного механізму. Недоліком такої пріоритетності є те, що вона не залежить від конкретної ситуації в проєкті. Пріоритети у механізмі абсолютних пріоритетів не залежать від розміру проєкту [13]. Основною перевагою є те, що ресурс розподіляється, наприклад, на основі потреби в кількісних чи інших показниках цього ресурсу, а недоліком є те, що пріоритет повинен визначатися дуже ретельно, інакше розподіл не буде об'єктивним.

4. Конкурентний механізм – розподіл базується на зменшенні важливості показників ефективності, виділених виконавцями [13], тобто об'єктивного показника, що відображає поточну ситуацію в проєкті. Саме це є перевагою зазначеного підходу. При цьому виконавці не можуть впливати на розподіл ресурсів через неправильну звітність даних через штраф. Недоліком механізму є те, що його автори не описали метод розрахунку ефективності, тому механізм не є досконалим.

Щоб позбутися вище означених недоліків інструментарію розподілу ресурсів у роботі [13] запропоновано технологію розподілу ресурсів для виконавців на основі модифікованого конкурсного механізму (рис. 1.9).

Ця технологія забезпечує оптимальний розподіл ресурсів для очікуваної ефективності їх використання, використовуючи наявні дані проєкту. Щодо методу розрахунку ефективності використання виконавцями ресурсів, який передбачає розподіл та оптимізацію ресурсів, то ним передбачається

розподіляти ресурси без найбільшої загальної ефективності його використання. Також розроблена технологія реалізації цього модифікованого механізму, представлена розподілом ресурсів у вигляді схем UML.

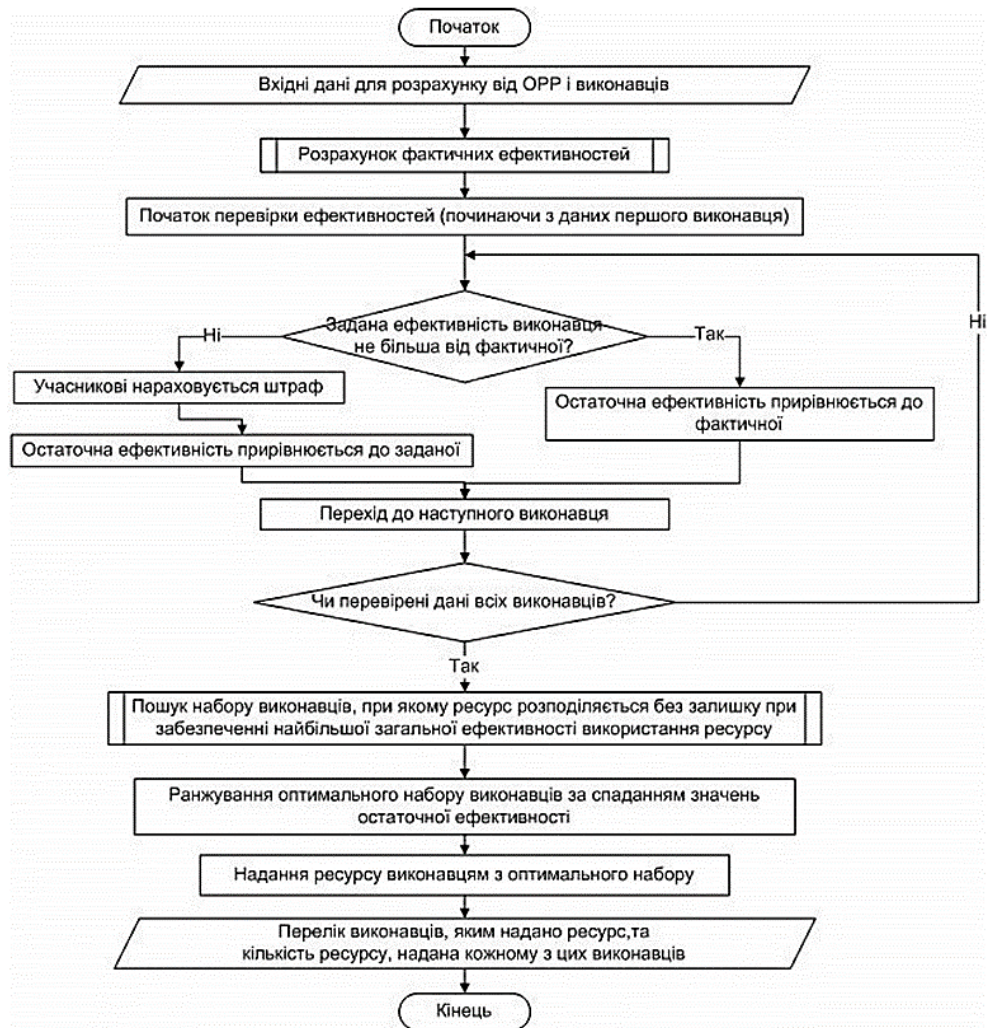


Рис. 1.9. Алгоритм технології розподілу ресурсів для виконавців на основі модифікованого конкурсного механізму [13]

Основним недоліком запропонованої технології є те, що нею не передбачається поділ ресурсів на окремі групи, кожна із яких має свої вимоги та особливості використання у проєктах. Окрім того, неможливо здійснити розподіл виробничо-технічних ресурсів за множини виробничих та кліматичних обмежень.

Деякі компанії настільки цінують оптимізацію роботи, що наймають менеджера ресурсів – менеджера ресурсів. У той час як менеджер проєкту відповідає за створення та призначення завдань для проєкту, менеджер ресурсів

відповідає за розподіл ресурсів, необхідних для забезпечення успіху проєкту.

Ефективний розподіл трудових ресурсів за їх обмежень за допомогою методів оптимізації детально вивчений у наукових працях С.О. Баркалова, Р. Белман, І.В. Буркова, Г.С. Джавахадзе та інших вчених. Однак ці дослідження мають переважно теоретичний характер і важко застосувати у чистому вигляді.

У роботі [56] розглядається важливість планування ресурсів проєктів та використання мережових моделей ІТ-проєктів. Обґрунтована важливість пошуку резервів для проєктних операцій (рис. 1.10).

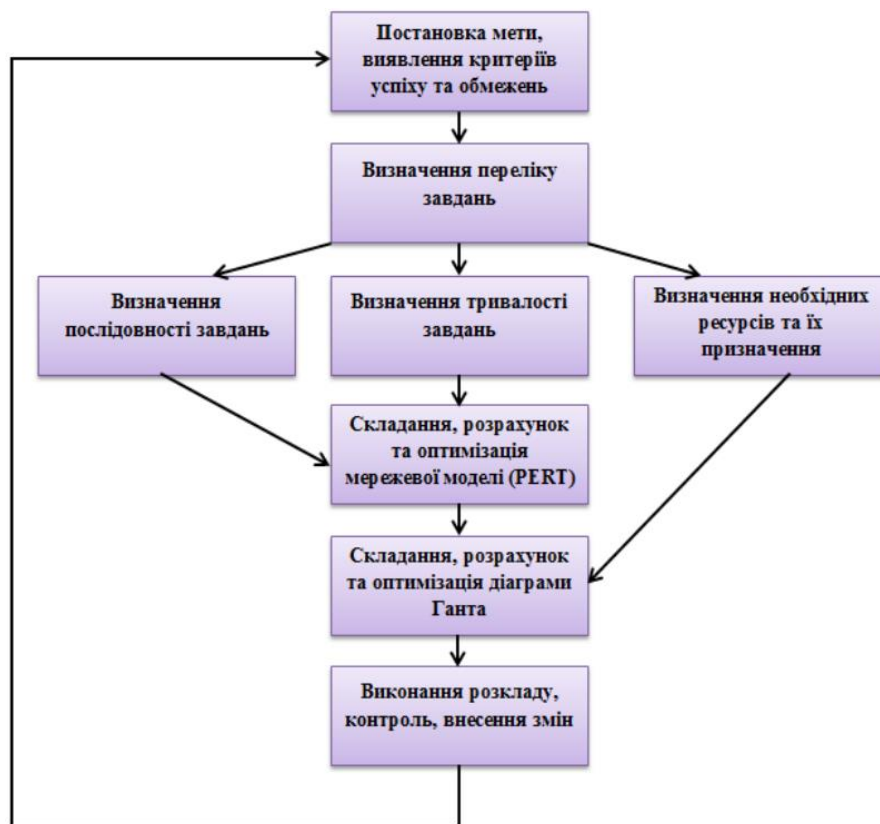


Рис. 1.10. Алгоритм календарного планування проєкту [5613]

Авторами роботи [5613] описана математична модель визначення резервів на прикладі реального завдання проєкту – створити персональний сайт. Результати підтверджують важливість використання резервів часу та здатність маневрувати ІТ-проєктом. Розрахунок та виявлення резервів дозволяє регулювати час операцій та раціональне використання трудових ресурсів.

Однак, зазначені процеси календарного планування проєкту не

передбачають аналізу подій, які зумовлюють виконання або не виконання окремих робіт та відповідно доцільність використання ресурсів у проєкті. Саме події предметної складової та кліматичних умов лежить в основі планування використання виробничо-технічних ресурсів у виробничих проєктах рослинництва.

Календарне планування ресурсів, як правило, скорочує час простою ресурсів, зменшує затримки у виконанні робіт. При цьому складність планування зростає, оскільки використання ресурсів супроводжуються різними обмеженнями. Традиційна концепція виконання робіт на критичному шляху від початку до завершення робіт не має значення. Обмеження ресурсів можуть порушити послідовність робіт. Паралельні операції можуть стати послідовними. Зміни в розкладі графіка робіт можуть бути переміщені з критичної категорії в некритичну категорію, тоді як деякі критичні роботи можуть бути переміщені в некритичний резерв часу [84].

Заслугує на увагу модель розподілу обмежених ресурсів за умови використання різних пріоритетів. Пріоритетні показники виконавців використовуються в механізмах пріоритетного розподілу ресурсів (рішення про те, скільки ресурсів виділяється конкретному виконавцю) при формуванні планів. Пріоритетні механізми, як правило, описуються такою процедурою:

$$x_i(s) = \begin{cases} s_i, \text{ якщо } \sum_{j=1}^n s_j \leq R \\ \min \{s_i, \gamma \eta_i(s_i)\}, \text{ якщо } \sum_{j=1}^n s_j > R \end{cases}, \quad (1.1)$$

де n – чисельність виконавців; $\{s_j\}$ – множина існуючих заявок на виконання j -х робіт; x_i – обсяг виділеного i -го ресурсу; R – обсяг розподілюваних ресурсів; $\eta_i(s_i)$ – функції пріоритетності виконавців; γ – довільний параметр.

Мінімальна операція означає, що виконавець отримує ресурс у заявленому обсязі. Параметр γ відіграє роль нормування, і вибирається умова

виконання балансового (бюджетного) обмеження:

$$\sum_{i=1}^n \min \{s_i, \gamma \eta_i(s_i)\} = R. \quad (1.2)$$

Підбираються ресурси так, щоб за множини існуючих заявок на виконання j -х робіт і функцій функції пріоритетності виконавців ресурс R був розподілений у повному обсязі [126].

Пріоритетні механізми, відповідно до типів пріоритетних функцій, поділяються на три класи – прямі пріоритетні механізми, у яких функція $\eta_i(s_i)$ за зростання заявки $s_i, i = \overline{1, n}$, має абсолютні пріоритетні механізми, в яких зафіксовано пріоритети виконавця, та незалежні від заявок протилежні механізми.

За використання механізмів прямих пріоритетів розподілу ресурсів, функції заданої переваги $\varphi(x_i)$ ресурсів є функціями, які прогнозовано зростають x_i (виконавці зацікавлені в отриманні максимального обсягу ресурсів), то за механізму прямих пріоритетів x_i функція заявки зростає s_i . При цьому усі виконавці матимуть максимальні заявки на отримання ресурсу. Отже, справедливо науковці критикують механізми прямих пріоритетів, які використовують принцип «чим більше ти просиш, тим більше отримуєш» [56].

Існуючі механізми обернених пріоритетів передбачають використання $\eta_i(s_i)$ спадаючої функції $s_i, i = \overline{1, n}$, яка має переваги порівняно із вище розглянутими механізмами прямих пріоритетів. Проаналізуємо механізм обернених пріоритетів із пріоритетними функціями:

$$\eta_i(S_i) = \frac{A_i}{S_i}, i = \overline{1, n}, \quad (1.3)$$

де $\{A_i\}$ – множина заданих сталих.

Показник A_i характеризує втрати ресурсів у проєкті, якщо i -й виконавець не має жодного ресурсу. При цьому відношення A_i/S_i характеризує питомий ефект від заданого ресурсу. Тому механізми зворотного пріоритету іноді називають механізмами розподілу ресурсів пропорційно ефективності (механізми ПЕ) [84].

Використання ресурсів у виробничих проєктах рослинництва досить тісно пов'язане із змістом та часом виконання робіт, а також їх конфігурацією. Окрім того визначальне місце у використанні ресурсів для цих проєктів має проєктне середовище. Окремі виробничі проєкти рослинництва виконуються на підставі виділення для них природних ресурсів (поля із їх конфігурацією та ґрунтами), які у свою чергу зумовлює потребу виконання основних блоків робіт лише послідовно, що унеможлиблює паралельне виконання блоків робіт у зазначених проєктах. Під час управління виробничими проєктами рослинництва виникають додаткові обмеження, що значно ускладнюють процес розподілу ресурсів як за видами, так і у часі. Здебільшого це стосується універсальних технічних ресурсів та виконавців, де однотипні технічні ресурси можуть бути одночасно використані на різних роботах у виробничих проєктах рослинництва, що при їх нестачі спричиняє незворотні втрати продукту проєкту внаслідок несвоєчасного виконання робіт. Зазначені особливості слід враховувати під час планування потреби у виробничо-технічних ресурсів для реалізації окремих виробничих проєктів рослинництва.

1.4. Аналіз можливостей використання існуючих автоматизованих систем управління у виробничих проєктах рослинництва

Що стосується програмного забезпечення для розподілу ресурсів у окремих проєктах, то вони забезпечуються розробленими системами підтримки прийняття рішень (СППР) щодо розподілу ресурсів та управління проєктами загалом, що допомагає проєктним менеджерам у розподілі ресурсів.

Розподіл ресурсів пропонують здійснювати у роботі [28] за механізмом демпфірування при плануванні розподілу ресурсів для групи підприємств. Другими відомими СППР для управління проектами є: Microsoft Office Project, Project Expert, Primavera, OpenProj та інші. Вони надають широкі можливості для автоматизованого управління проектами та дозволяють оцінити проектні показники щодо конкретного розподілу ресурсів при введенні початкових даних.

Серед першої групи СППР є системи високого рівня, які ідеально вирішують проблему розподілу ресурсів. Але їх мінус полягає в тому, що кілька компаній погодяться створити окрему програму лише для розподілу ресурсів. Крім того, їм потрібно ввести великі обсяги даних для процесу розподілу ресурсів. Друга група систем не реагує безпосередньо на завдання розподілу ресурсів, в якому СППР може виконувати це завдання, вводячи різні дані про розподіл ресурсів та отримуючи або шукаючи дані впливу про такий розподіл. Крім того, навіть такий розподіл ресурсів є розподілом відповідно до проекту, а не за виконавцями. Розподіл ресурсів за підрядниками є більш ефективним, оскільки враховує досвід та особисті якості підрядників, від яких насамперед залежить успіх роботи.

Управління виробничими проектами рослинництва має ряд особливостей, які, на жаль, існуючими системами управління проектами не враховуються. Під час планування ресурсів у зазначених проектах важливим є розподіл земельних ресурсів між окремими блоками робіт. При цьому необхідно дослідити особливості використання множини матеріально-технічних ресурсів $\{R_i\}$ залежно від масштабів проектів S_i , тобто:

$$\{R_i\} = f(\{S_i\}). \quad (1.4)$$

Це уможливлює оцінку здійсненності виробничих проектів за критерієм достатності наявних матеріально-технічних ресурсів (тракторів, сільськогосподарської техніки, автомобілів, тощо).

У відомих інформаційних системах управління проєктами (MS Project і Primavera) не використовується таке поняття, як обсяг робіт, що унеможливорює планування блоків робіт виробничих проєктів рослинництва від їх обсягу, а саме – площ полів зайнятих множиною сільськогосподарських культур. Щоправда, існують додаткові модулі до системи, такі як Open Plan – розширення для Microsoft Project, де в якості обсягу призначаються матеріали, але цього не достатньо через те, що неможливо задати витрату матеріалів на одиницю обсягу робіт [48].

Роботи з виробництва сільськогосподарської продукції повинні виконуватись у певні агротехнічні терміни, які визначаються біологічними особливостями розвитку культур та видом робіт. Дочасне виконання робіт не доцільне, а виконання робіт понад агротехнічні терміни зумовлює не поновлювані втрати продукту проєкту. Тому важливим завданням є визначення потреби ресурсів для виконання робіт у проєкті відповідно до заданих агротехнічних термінів. Для цього використовується такий показник, як годинна продуктивність ресурсу. Можливість задання даного показника, так само як і норм виробітку технічних ресурсів присутня лише у пакеті Spider Project [80].

Лише у професійній редакції Spider Project існує параметр мультиресурси – стійкі групи ресурсів, які виконують роботи разом (бригади). Задаючи склад мультиресурсу можна призначати його на роботи цілком і в будь-який момент змінити його склад з тим, щоб змінився склад виконавців на тих роботах, на виконання яких він призначений [48]. Реалізація даного параметру у виробничих проєктах рослинництва дозволить оперативно переміщувати ресурси, які виконують однотипні операції між блоками робіт у разі їх недовантаження.

Такий важливий параметр, як змінна завантаженість ресурсів, тобто можливість зняття і допризначення ресурсів в процесі виконання операції в Microsoft Project та Primavera не моделюється [48]. У досліджуваних системах управління проєктами відсутній функціонал для визначення ризиків у виробничих проєктах рослинництва, таких як агрометеорологічна складова, показники надійності техніки, тощо.

Таблиця 1.1. Основні показники і функції систем управління, що стосуються виробничих проєктах рослинництва та ступінь їх реалізації

Показники і функції	Інформаційна системи управління проєктами		
	Microsoft Project (MSP)	Primavera Enterprise (P3)	Spider Project
1	2	3	4
Планування витрат ресурсів від обсягу робіт	Ні	Ні	Так
Продуктивність ресурсу	Ні	Ні	Так
Мультиресурси (бригади ресурсів)	Ні	Ні	Тільки в редакції Professional
Змінне завантаження ресурсів	Ні	Ні	Так
Оцінка ймовірних ризиків пов'язаних з погодним умовами та надійністю техніки	Ні	Ні	Ні
Оцінка втрат продукту через несвоєчасне виконання робіт у проєкті	Ні	Ні	Ні

Основні показники і функції систем управління проєктами, що стосуються виробничих проєктах рослинництва та ступінь їх реалізації подано в табл. 1.1.

Як бачимо, більшість з існуючих інформаційних систем автоматизованого управління проєктами не в змозі виконати якісне та достовірне управління ресурсами у виробничих проєктах рослинництва. Лише у програмному продукті Spider Project реалізовано частину функцій, які можна використати для управління виробничими проєктами рослинництва. Однак, оцінка ризиків у таких проєктах із використанням цього програмного продукту відсутня. Саме тому існує необхідність адаптації існуючих, або розробки нових пакетів для управління виробничими проєктами рослинництва, за допомогою яких стало б можливим врахування згаданих вище мінливих чинників.

1.5. Висновки до розділу 1

1. Виконаний аналіз стану галузі рослинництва вказує на те, що аграрний сектор України переживає кризу, однією з причин якої є відсутність реалізації взаємоузгоджених та скоординованих виробничих проєктів. Одними із найбільш актуальних виробничих проєктів на сьогоднішній є проєкти галузі рослинництва. Реалізація виробничих проєктів рослинництва має низку своїх особливостей, врахування яких під час управління ресурсами збільшить фінансові вигоди для їх учасників шляхом зниження втрат кінцевого продукту.

2. Виконаний аналіз існуючих класифікацій ресурсів у проєктах та структури процесів управління ними дав можливість з'ясувати, що у виробничих проєктах рослинництва вони мають свої особливості, що вимагає розробки конкретних інструментів управління ними.

3. Сучасні методології та міжнародні стандарти, а також наукові роботи з управління ресурсами у проєктах не повністю відображають характеристики виробничих проєктів рослинництва, що знижує якість управління та вимагає проведення досліджень для розробки інструментів для управління ними.

4. Встановлено, що більшість з існуючих інформаційних систем автоматизованого управління проєктами не в змозі виконати якісне та достовірне управління ресурсами у виробничих проєктах рослинництва. Для реалізації виробничих проєктів рослинництва існує необхідність адаптації існуючих, або розробки нових пакетів для управління виробничими проєктами рослинництва, за допомогою яких стало б можливим врахування особливостей зазначених проєктів та їх мінливого проєктного середовища.

РОЗДІЛ 2.

КОНЦЕПЦІЯ СИСТЕМО-РЕСУРСНОГО УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЧИМИ ПРОЄКТАМИ РОСЛИННИЦТВА

2.1. Системний підхід до управління ресурсами у виробничих проєктах рослинництва

Виробничі проєкти, незалежно від предметної галузі, є складними організаційно-технічними системами, які реалізуються у мінливому проєктному середовищі. Окремі різновиди виробничих проєктів мають свої особливості, які зумовлюються як предметною галуззю, так і їх проєктним середовищем [114].

Особливості виробничих проєктів рослинництва (ВПр), розглянемо із позицій системного підходу. Для цього ВПр будемо розглядати як відповідні організаційно-технічні системи. Зазначені системи являє собою скінченну множину взаємопов'язаних матеріальних об'єктів (M_o), до яких належать технічні засоби, виконавців (B_k), а також витратних матеріалів (M_e), які системно поєднані для виконання робіт у проєкті, що забезпечують формування їх продукту (рис. 2.1).

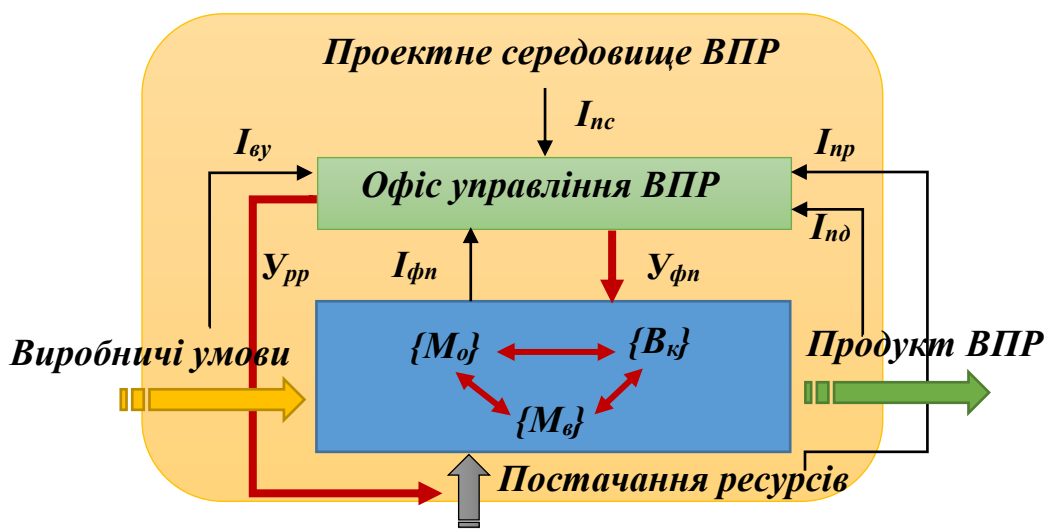


Рис. 2.1. Структурна схема організаційно-технічної системи виробничих проєктів рослинництва (ВПр)

Із представленої структурної схеми організаційно-технічної системи ВПР ($S_{ВПР}$) можна виділити дві головні її підсистеми, які стосуються формування продукту цих проєктів та управління ними (проєктний офіс):

$$S_{ВПР} = f(S'_{ФП}, S'_{ОУ}, S'_{ПС}), \quad (2.1)$$

де $S'_{ФП}, S'_{ОУ}, S'_{ПС}$ – відповідно підсистеми формування продукту ВПР, управління ВПР та проєктного середовища.

Кожна із представлених підсистем організаційно-технічної системи ВПР (рис. 2.1) передбачає виконання свої специфічних функцій:

1) підсистеми формування продукту ВПР ($S'_{ФП}$) на підставі взаємопов'язаних матеріальних об'єктів (M_o), виконавців (B_k), а також витратних матеріалів (M_e) у заданих виробничих умовах (B_y) забезпечує формування продукту (Φ_n):

$$S'_{ФП} = f(M_o, B_k, M_e, B_y) \rightarrow \Phi_n. \quad (2.2)$$

2) підсистема управління ВПР (офіс управління ВПР) ($S'_{ОУ}$) на підставі інформації про стан проєктного середовища (I_{nc}), виробничих умов (I_{ey}), функціонування підсистеми формування продукту (I_{fn}), постачання ресурсів (I_{np}) та отриманого продукту (I_{nd}) забезпечує прийняття управлінських рішень щодо виконання робіт у підсистемі формування продукту ВПР (Y_{fn}) та взаємодії між наявними ресурсами, а також щодо потреби у постачанні тих чи інших ресурсів (Y_{pp}):

$$S'_{ОУ} = f(I_{nc}, I_{ey}, I_{fn}, I_{np}, I_{nd}) \rightarrow (Y_{fn}, Y_{pp}). \quad (2.3)$$

3) проєктне середовище ($S'_{ПС}$) характеризується зовнішньою (природно-кліматична ($П_k$), ринкова (P_n), нормативно-законодавча (H_3), соціальна (C_u))

тощо) та внутрішньою (організаційно-масштабна (O_m), технологічна (T_l), технічна (T_n)) складовими, які відображають умови реалізації ВПР (Y_p):

$$S'_{ПС} = f(P_k, P_n, H_z, C_u, O_m, T_l, T_n) \rightarrow Y_p. \quad (2.4)$$

На окрему увагу у організаційно-технічній системі ВПР заслуговують процеси постачання ресурсів, які належить до процесів підтримки функціонування підсистеми формування продукту ВПР ($S'_{ФП}$), а також процеси використання наявних ресурсів у зазначені підсистемі $S'_{ФП}$. Від якості прийняття управлінських рішень щодо реалізації зазначених процесів значною мірою залежить ефективність виконання робіт у проєктах та цінність отриманого продукту ВПР [75; 76].

Реалізація ВПР характеризується основними їх особливостями, до яких належить тимчасовість, унікальність та обмеженість у ресурсах. Тимчасовість свідчить про те, що ВПР мають свій час початку (τ_n) і завершення (τ_z), які значною мірою зумовлюються предметною складовою проєктного середовища ($П_{nc}$) (вид вирощуваних сільськогосподарських культур), виробничими умовами (поля із їх конфігурацією, ґрунти тощо) (B_y) та природно-кліматичними (температура повітря, вологість, наявність опадів тощо) ($П_k$) умовами регіону, у якому реалізуються зазначені проєкти:

$$\tau_n, \tau_z = f(P_{nc}, B_y, P_k). \quad (2.5)$$

Водночас тривалість життєвого циклу ВПР зумовлюється часом початку (τ_n) та завершення (τ_z) зазначених проєктів:

$$t_{жц} = f(\tau_n, \tau_z). \quad (2.6)$$

При цьому, як тривалість життєвого циклу ВПР ($t_{жц}$), так і внутрішня (організаційно-масштабна (O_m), технологічна (T_l), технічна (T_n)) складова проєктного середовища зумовлюють потребу у ресурсах:

$$R = f(\tau_n, \tau_z, O_m, T_l, T_n). \quad (2.7)$$

Однією із управлінських задач, вирішення якої значною мірою зумовлює цінність реалізації ВПР є управління ресурсами, яке передбачає планування постачання та використання ресурсів, закупівля та постачання окремих видів ресурсів, розподіл наявних ресурсів під час виконання робіт у ВПР, а також виконання обліку та контролю використання наявних ресурсів.

Управління ресурсами ВПР потребує використання інструментарію (моделей та методів), яким враховуються як особливості формування продукту зазначених проєктів, так і особливості проєктного середовища, яке має значний вплив на цінність отриманого продукту. Розроблення якісного інструментарію управління ресурсами ВПР потребує формування відповідної бази даних та отримання із неї знань щодо закономірностей потреби у ресурсах за зміни проєктного середовища. Отримати такі знання можна лише на підставі проведення відповідних досліджень.

Під час реалізації ВПР є доступна множина виробничо-технічних ресурсів, частина із яких виступає обмежуючим чинником під час реалізації зазначених проєктів. Критеріями оцінення ефективності використання ресурсів у ВПР є якість та обсяг отриманого продукту (Q_i), його втрати (Z_i), виражені в грошовому еквіваленті (B_z), а також множина показників ефективності використання окремих видів ресурсів $\{R_i\}$. Функція ефективності управління виробничо-технічними ресурсами у ВПР буде мати вигляд

$$\Phi[\{d_i\} \leftrightarrow \{R_i\}] = B_z \rightarrow \min, \quad (2.8)$$

$$B_z = \sum_{i=1}^n Z_i \cdot C_i, \quad (2.9)$$

де $\{d_i\}$ – множина дій (робіт) у ВПР; $\{R_i\}$ – множина доступних ресурсів для реалізації ВПР; Z_i – обсяги втрат продукту із-за несвоєчасного виконання робіт та неефективного залучення ресурсів у ВПР; C_i – ринкова вартість отриманого продукту ВПР.

Через те, що ВПР мають ряд суттєвих особливостей, які унеможливають якісне прийняття управлінських рішень на підставі використання традиційних методів календарно-сіткового планування, виникає потребу у розробленні нових моделей та методів управління ресурсами у ВПР. Зокрема, ВПР передбачають виконання множини робіт, які по різному обмежені агротехнічно та кліматично допустимими термінами. Зазначені терміни виконання окремих робіт можна розглядати як директивні, порушення яких спричиняє незворотні втрати продукту ВПР (врожаю сільськогосподарських культур), а тому зміщення часу початку та тривалості виконання основних робіт з метою оптимізації завантаження ресурсів може бути лише у деяких межах, які регламентуються їх агротехнічно та кліматично допустимими термінами.

Окремі ВПР (P_r) слід розглядати як множину упорядкованих дій (робіт) $\{d_i\}$, які узгоджуються із множиною доступних ресурсів $\{R_i\}$. При цьому кожна окрема дія (робота) має свій предмет праці (грунт, рослина, матеріали тощо) і відповідно обмежується агротехнічно та кліматично допустимими термінами початку $[\tau_i]$ та тривалості $[t_i]$ їх виконання:

$$P_r = (\{d_i\} \leftrightarrow \{R_i\}), ([t_i], [\tau_i]) \rightarrow opt. \quad (2.10)$$

Не вдаючись до ґрунтового аналізу потрібних знань щодо узгодження змісту, часу та ресурсів із проектним середовищем, зазначимо, що якісне їх

отримання можливе лише на підставі імітаційне моделювання організаційно-технічної системи ВПР. З огляду на наявність бази даних про мінливий характер поведінки таких вище зазначених складових проектного середовища ВПР, як природно-кліматична (I_k), а також можливості зміни організаційно-масштабної (O_m), технологічної (T_l) та технічної (T_n) їх складових, слід розробляти інструментарій управління ресурсами. Цей інструментарій повинен базуватися на статистичному імітаційному моделюванні складових організаційно-технічної системи ВПР. Його практичне значення матимуть алгоритм та комп'ютерна програма управління ресурсами ВПР, які базуються на розроблених нових моделях та методах, що забезпечать якісне та пришвидшене прийняття відповідних управлінських рішень.

2.2. Головні принципи створення моделі вибору раціональних типів ресурсів для виконання робіт у виробничих проєктах рослинництва

Для підвищення ефективності діяльності у рослинництві доцільно застосовувати методи проектно-орієнтованого управління ВПР. Виробництво продукції рослинництва характеризується всіма ознаками проєктів [77; 97;98]: є обмеженим у часі, має обмежені ресурси для виконання проєкту і є унікальним, що зумовлюється специфічними виробничими та кліматичними складовими проектного середовища. Оскільки під час планування ВПР змінюються обсяги виробництва продукції, площа і конфігурація земельних ділянок, а під час реалізації ВПР постійно змінюються погодні умови та виникає ризик втрат продукту зазначеного проєкту, змінюються регламентовані терміни виконання робіт та існує мінлива потреба у ресурсах.

Всі ці особливості призводять до необхідності вирішення завдань щодо обґрунтування виду та календарної потреби необхідних виробничо-технічних ресурсів ВПР на кожному етапі його реалізації. До виробничо-технічних

ресурсів відносяться трактори, сільськогосподарські машини, комбайни, приміщення та обладнання для первинної переробки та зберігання продукції тощо [75; 93].

Враховуючи велику кількість технологічних робіт та видів ресурсів, що застосовуються у ВПР, часові обмеження на календарні строки виконання робіт, потребу прогнозування втрат продукту проєкту внаслідок несвоєчасного виконання робіт, виникає необхідність розробки спеціалізованих моделей для автоматизованого календарного сіткового планування даних проєктів.

Під час планування ВПР необхідно враховувати особливості використання множини матеріально-технічних ресурсів $\{R_i\}$ залежно від масштабу проєкту S_i , тобто:

$$\{R_i\} = f(\{S_i\}). \quad (2.11)$$

Це уможлиблює оцінку здійсненності даного проєкту за критерієм достатності наявних виробничо-технічних ресурсів. При цьому ВПР виконується на окремій земельній ділянці, тому виникає необхідність виконувати основні роботи проєкту на даній земельній ділянці лише послідовно, що унеможлиблює паралельне виконання робіт.

Формування календарного графіка технологічно регламентованих робіт у ВПР виконується впродовж двох етапів. На першому етапі на підставі технологічного регламенту розробляється модель технології, яка задає множину впорядкованих робіт формування кінцевого продукту (виробництва рослинницької сільськогосподарської продукції) і агротехнічно зумовлені календарні терміни їх виконання.

Технологічний регламент виступає основною складовою плану проєкту, який формує допустимі межі зміни робіт, часу та ресурсів, а також регламентує порядок виконання робіт у ВПР, що забезпечують формування продукту проєкту належної якості, безпечні умови реалізації проєктів та виконання вимог з охорони навколишнього природного середовища [44; 91; 117].

Кожна окрема робота (O_i) у технологічному регламенті задається кортежем з такими атрибутами [97]:

- вид роботи (оранка, культивування, хімічний захист, тощо);
- множина агротехнічних вимог до робіт $\{AV_i\}$ (глибина обробітку, норма внесення тощо);
- агротехнічно-зумовлений час початку $[\tau_i]$ та допустима тривалість виконання робіт $[t_i]$:

$$O_i = \langle VO_i, \{AV_i\}, [\tau_i], [t_i] \rangle. \quad (2.12)$$

За умови, якщо всі роботи у ВПР виконувалися б впродовж агротехнічно зумовлених директивних календарних термінів, то можна було б одержати максимальну врожайність (U_{\max}) та відповідно максимальний вихід продукту проєкту в умовах заданої технології його формування.

Під час планування витрат ресурсів у ВПР задається певний масштаб виробництва Q , який у проєкті відображається площею земельної ділянки. Тому виникає задача сформуванню календарний графік робіт проєкту P при обмежених виробничо-технічних ресурсах.

Кожна окрема робота у ВПР характеризується агротехнічно зумовленим директивним календарним часом початку $[\tau_{s_i}]$ та допустимою тривалістю її виконання $[t_i]$.

Визначивши для кожної окремої роботи агротехнічно зумовлені календарні терміни її початку і завершення, формуємо модель технології формування продукту ВПР для заданої сільськогосподарської культури.

На другому етапі для кожної роботи (O_i) здійснюється підбір такого технічного забезпечення із множини $\{M_i\}$ наявних, яка б забезпечила виконання заданого виду робіт VO_i з дотриманням множини відповідних агротехнічних вимог $\{AV_i\}$. Для несамохідних сільськогосподарських машин потрібно

визначити із множини $\{T_i\}$ енергетичних засобів такий засіб для приводу даної машини, який забезпечить найефективніше виконання заданої роботи у ВПР. Таким чином отримуємо технічний ресурс (машино-тракторний агрегат) необхідний для виконання заданої роботи [98; 119].

Для даного технічного ресурсу на підставі врахування його експлуатаційно-технічних характеристик та множини чинників зовнішнього середовища проєктного середовища (виробничі та кліматичні умови), головними із яких є питомий опір ґрунту земельної ділянки, середній кут схилу; довжина гону земельної ділянки та стан об'єкту перетворення (рослини або матеріал) визначається його змінна продуктивність w_v та питома витрата палива g_p .

На основі визначеної змінної продуктивності технічного ресурсу визначається фактична тривалість t_i виконання роботи O_i з врахуванням кількості наявних технічних ресурсів:

$$t_i = \frac{q_i}{w_{di}} \quad (2.13)$$

$$w_{di} = w_v \cdot k_p \cdot k_v \cdot n, \quad (2.14)$$

де q_i – обсяг робіт, га (т, м³); w_{di} – добова продуктивність технічного засобу; w_v – продуктивність агрегату за зміну (норма виробітку агрегату), га/зміну; k_p – коефіцієнт погожості для даного виду робіт; k_v – коефіцієнт змінності, n – кількість залучених до роботи агрегатів з доступної множини $\{M_i\}$ і $\{T_i\}$.

Коефіцієнт погожості характеризує кліматичні умови реалізації ВПР і для заданого виду робіт зумовлює частку тривалості зміни впродовж якої погодні умови дозволяють виконувати заданий блок робіт відповідно до існуючих агротехнічних вимог.

Календарний час початку робіт τ_{s_i} , за умови відсутності впливу на них попередньої роботи та наявності відповідного технічного ресурсу, задається агротехнічно допустимим календарним часом початку робіт $[\tau_{s_i}]$. В свою чергу календарний момент часу завершення роботи τ_{e_i} залежить від тривалості її виконання:

$$\tau_{s_i} = [\tau_{s_i}], \quad (2.15)$$

$$\tau_{e_i} = \tau_{s_i} + t_i. \quad (2.16)$$

У ВПР розрізняють два види робіт, що належать до окремих їх блоків – основні та допоміжні.

Основна робота – дія або сукупність дій, спрямованих на зміну положення або властивостей предмету праці (оброблювального матеріалу, продукту чи середовища), і характеризується об'єктом виконання робіт, технічних оснащенням для їх виконання і виконавцями.

Натомість, допоміжна робота – це дія або сукупність дій, спрямованих на полегшення, поліпшення чи забезпечення виконання основної роботи [78; 78]. До них відносяться роботи з навантаження добрив, транспортування добрив, води чи інших необхідних ресурсів до місця проведення основної роботи, тощо.

Оскільки множина допоміжних робіт $\{O'_i\}$ призначена для створення умов виконання основної роботи, то часові характеристики таких робіт, а саме їх початок $\{\tau'_{s_i}\}$ та закінчення $\{\tau'_{e_i}\}$, задаються відповідними часовими характеристиками основної роботи, тобто:

$$\{\tau'_{s_i}\} = \tau_{s_i}, \quad (2.17)$$

$$\{\tau'_{e_i}\} = \tau_{e_i}, \quad (2.18)$$

$$t_i = \max(t_i, \{t_i'\}). \quad (2.19)$$

За умови використання високопродуктивного технічного оснащення та його достатньої кількості тривалість виконання роботи t_i може бути меншою від її допустимої тривалості $[t_i]$. Внаслідок чого виникає резерв часу впродовж якого можна зміщувати початок виконання даної роботи без виникнення втрат продукту ВПР (табл. 2.1, графа а):

$$t_r = [t_i] - t_i. \quad (2.20)$$

Якщо тривалість виконання роботи у ВПР перевищує допустимий агротехнічно дозволений термін $t_i > [t_i]$ (табл. 2.1, графа б), то виникає порушення директивних термінів виконання роботи, що призводить до втрати продукту зазначеного проєкту.

Таблиця 2.1. Моделі розрахунку втрат продукту проєкту внаслідок несвоєчасного виконання робіт

Позначення	Назва ситуації	Графічне представлення ситуації	Характеристики роботи		
			Координата початку	Координата завершення	Модель розрахунку втрат продукту
1	2	3	4	5	6
а	Попередня робота не впливає на поточну		$\tau_{s_i} \geq [\tau_{s_i}]$	$\tau_{e_i} \leq [\tau_{e_i}]$ $\tau_{e_i} =$ $\tau_{s_i} + t_i$	Втрати відсутні $Z_i = 0$

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4	5	6
Б			$\tau_{s_i} = [\tau_{s_i}]$	$\tau_{e_i} > [\tau_{e_i}]$ $\tau_{e_i} =$ $\tau_{s_i} + t_i$	$Z_i = 0,5 \cdot U_{\max} \cdot q_{u_i} \cdot t_{u_i} \cdot \kappa_l$ $t_u = t_{e_i} - [t_{e_i}]$ $q_{u_i} =$ $q - w_{d_i} \cdot ([\tau_{e_i}] - \tau_{s_i})$
В	Попередня робота впливає на поточну		$\tau_{s_i} <$ $[\tau_{e_{i-1}}]$	$\tau_{e_i} =$ $\tau_{s_i} + t_i$	$Z_i = 0,5 \cdot U_{\max} \cdot q_{u_i} \cdot t_{u_i} \cdot \kappa_l$ $t_{u_i} = t_{e_i} - [t_{e_i}]$ $q_{u_i} =$ $q - w_{d_i} \cdot ([\tau_{e_i}] - \tau_{s_i})$
Г			$\tau_{s_i} \geq$ $[\tau_{e_{i-1}}]$	$\tau_{e_i} =$ $\tau_{s_i} + t_i$	$Z_i' =$ $q_{u_i} \cdot t_u' \cdot U_{\max} \cdot \kappa_l$ $t_u' = \tau_{s_i} - [\tau_{e_i}]$ $q_{u_i} =$ $q - w_{d_i} \cdot ([\tau_{e_i}] - \tau_{s_i})$

Для попередження несвоєчасного виконання робіт змінюють тривалість робочого часу за добу або кількість одиниць залученого технічного оснащення. Якщо обидва заходи не призводять до уникнення несвоєчасного виконання робіт, тоді визначаються втрати продукту ВПП від несвоєчасного виконання даної роботи за відповідними моделями розрахунку втрат які подані у табл. 2.1.

Враховуючи те, що ВПП здебільшого виконуються на окремій земельній ділянці, а технічне оснащення може використовуватися для виконання різних робіт, то це може спричиняти вплив передньої роботи зазначеного проєкту на поточну.

У такому випадку початок поточної роботи відбувається після завершення попередньої роботи (табл. 2.1, графа в):

$$\tau_{s_i} = \tau_{e_{i-1}}. \quad (2.21)$$

Якщо момент часу початку роботи не перевищує встановлений агротехнічно дозволений термін для виконання даної роботи $\tau_{s_i} < [\tau_{e_i}]$, втрати продукту ВПР від несвоєчасного виконання робіт розраховуються відповідно до моделі (табл. 2.1, графа в).

Відповідно до описаного алгоритму здійснюється розрахунок часових характеристик всіх робіт проєкту, визначаються очікувані втрати продукту та будується календарний графік проєкту.

Аналіз робіт у ВПР дає можливість визначити зміст проєкту, який спричиняє найбільші втрати продукту і відповідно визначити технічні ресурси, нестача яких зумовлює ці втрати.

Для проєктного менеджера який управляє ВПР зазначені процеси управління є основою для прийняття рішень стосовно забезпечення проєкту достатньою кількістю технічних ресурсів шляхом кооперування, найму, додаткового придбання даного виду ресурсів. За умови, якщо це не можливо, є підставою для зміни масштабу даного проєкту в сторону зменшення, оскільки зменшення масштабу ВПР призведе до зменшення завантаження наявних технічних ресурсів і відповідно до мінімізації втрат продукту проєкту.

2.3. Узгодження робіт із подіями у виробничих проєктах рослинництва

Для означення подій що відбуваються під час впорядкування робіт у ВПР необхідно провести розрахунок часових характеристик зазначених робіт. Зокрема, потрібно розробити модель формування координат початку (ds_i) та завершення (df_i) вектора календарного терміну виконання робіт (рис. 2.2).

Час початку першої і наступних робіт повинен дорівнювати агротехнічно допустимому (директивному) часу початку робіт

$$ds_i = [ds_i]. \quad (2.22)$$

Час завершення першої роботи буде залежати від тривалості виконання даної роботи t_i , кількість використаних технічних ресурсів n_i , які залучені для виконання роботи та їх змінної продуктивності w_i і коефіцієнта змінності k_v :

$$df_i = \frac{t_i}{w_i \cdot n_i \cdot k_{v_i}}. \quad (2.23)$$

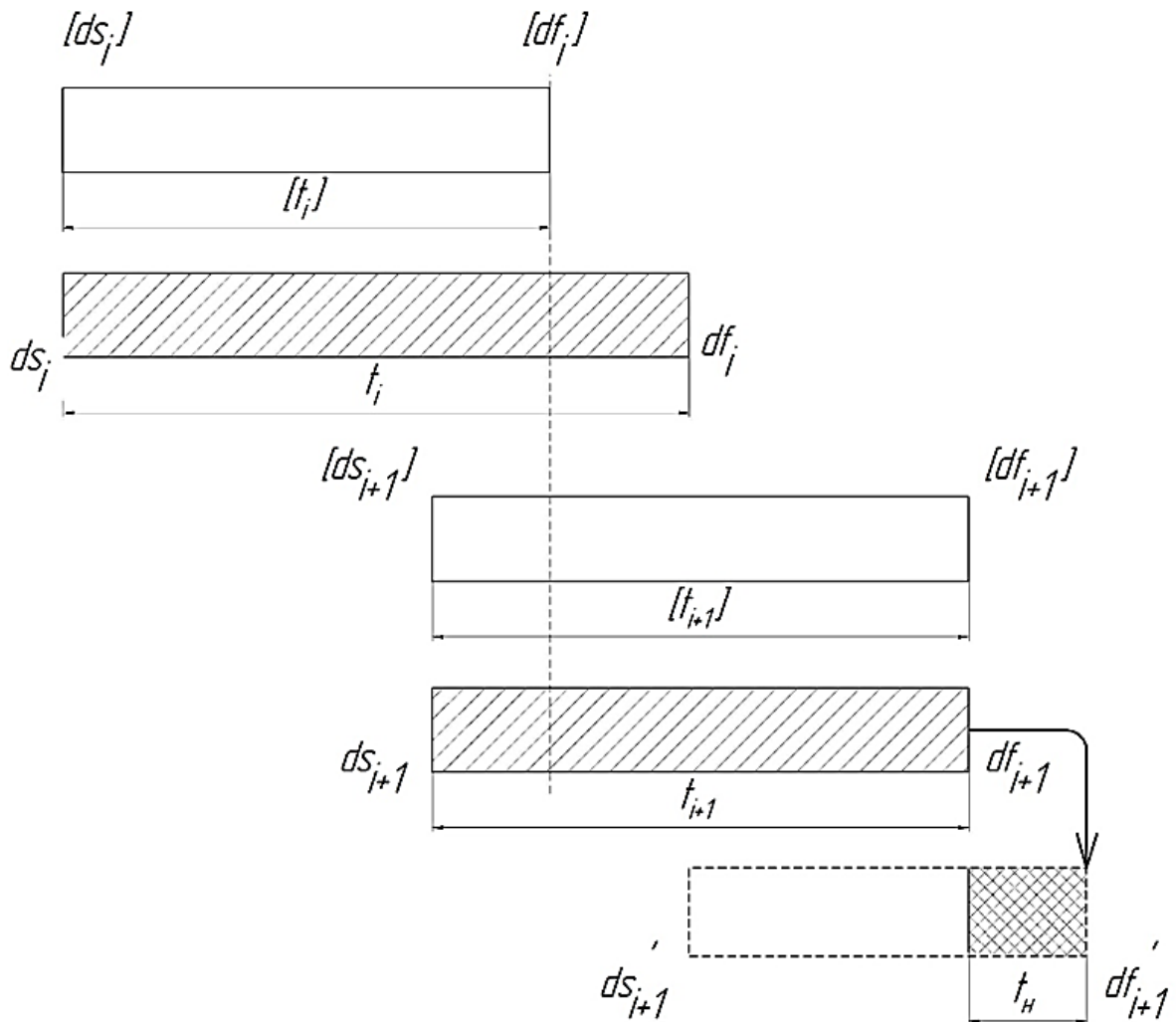


Рис. 2.2. Модель формування координат початку та завершення вектора календарного терміну виконання робіт: $[ds_i]$, $[df_i]$ – відповідно координати векторів директивних календарних термінів початку та завершення виконання

i -ї роботи; t_i – тривалість виконання i -ї роботи; $[t_i]$ – агротехнічно допустима тривалість виконання i -ї роботи; w_i – продуктивність технічного ресурсу під час виконання i -ї роботи; n_i – кількість технічних ресурсів, які залучені для виконання i -ї роботи; k_v – коефіцієнт змінності; t_n – тривалість несвоєчасного виконання роботи

Координати початку (ds_{i+1}) та завершення (df_{i+1}) вектора календарного терміну виконання подальших робіт можна визначити за формулами:

$$ds_{i+1} = \begin{cases} ds_{i+1}, & \text{якщо } df_{i+1} \geq df_i \\ df_i, & \text{якщо } df_{i+1} < df_i \end{cases} \quad (2.24)$$

$$df_{i+1} = ds_{i+1} + \frac{t_{i+1}}{w_{i+1} \cdot n_{i+1} \cdot k_{v_{i+1}}} \quad (2.25)$$

На основі проведення відповідних розрахунків отримуємо модель календарно-сіткового графіка ВПР, яка сформована у вигляді кортежа атрибутів характеристик кожної роботи зазначеного проєкту. При цьому вказуються відповідний склад та характеристики залучених виробничо-технічних ресурсів, а також обсяги втрат продукту ВПР відповідно до кожної із робіт проєкту внаслідок несвоєчасного їх виконання:

$$PR = \left\langle \begin{array}{l} K, No_{k,1}, VO_{k,1}, Q_{k,1}, \tau_{k,1}, td_{k,1}, mtr_{k,1}, msgm_{k,1}, nagr_{k,1}, nrobo_{k,1}, nrobd_{k,1}, w_{k,1}, g_{k,1}, ds_{k,1}, df_{k,1}, Z_{k,1} \\ K, No_{k,2}, VO_{k,2}, Q_{k,2}, \tau_{k,2}, td_{k,2}, mtr_{k,2}, msgm_{k,2}, nagr_{k,2}, nrobo_{k,2}, nrobd_{k,2}, w_{k,2}, g_{k,2}, ds_{k,2}, df_{k,2}, Z_{k,2} \\ \vdots \\ K, No_{k,i}, VO_{k,i}, Q_{k,i}, \tau_{k,i}, td_{k,i}, mtr_{k,i}, msgm_{k,i}, nagr_{k,i}, nrobo_{k,i}, nrobd_{k,i}, w_{k,i}, g_{k,i}, ds_{k,i}, df_{k,i}, Z_{k,i} \end{array} \right\rangle \quad (2.26)$$

де K – вид предмета праці (сільськогосподарської культури); $No_{k,i}$ – порядковий номер роботи; $VO_{k,i}$ – вид роботи; $Q_{k,i}$ – обсяг i -ї роботи; $\tau_{k,i}$ – агротехнічно-зумовлений час початку i -ї роботи; $td_{k,i}$ – агротехнічно допустима

тривалість роботи; $mtr_{k,i}$ – марка технічного засобу (трактора), що використовується на i -й роботі; $msgm_{k,i}$ – марка сільськогосподарської машини, що використовується на i -й роботі; $nagr_{k,i}$ – кількість залучених технічних ресурсів (агрегатів) на i -й роботі; $nrobo_{k,i}, nrobd_{k,i}$ – кількість залучених основних і допоміжних виконавців на i -й роботі проекту; $w_{k,i}$ – змінна продуктивність технічних ресурсів (агрегатів) на i -й роботі; $g_{k,i}$ – питома витрата палива технічних ресурсів (агрегатів) на i -й роботі; $ds_{k,i}, df_{k,i}$ – моменти часу початку та завершення виконання i -ї роботи; $Z_{k,i}$ – обсяг втрат продукту проекту через несвоєчасне виконання i -ї роботи.

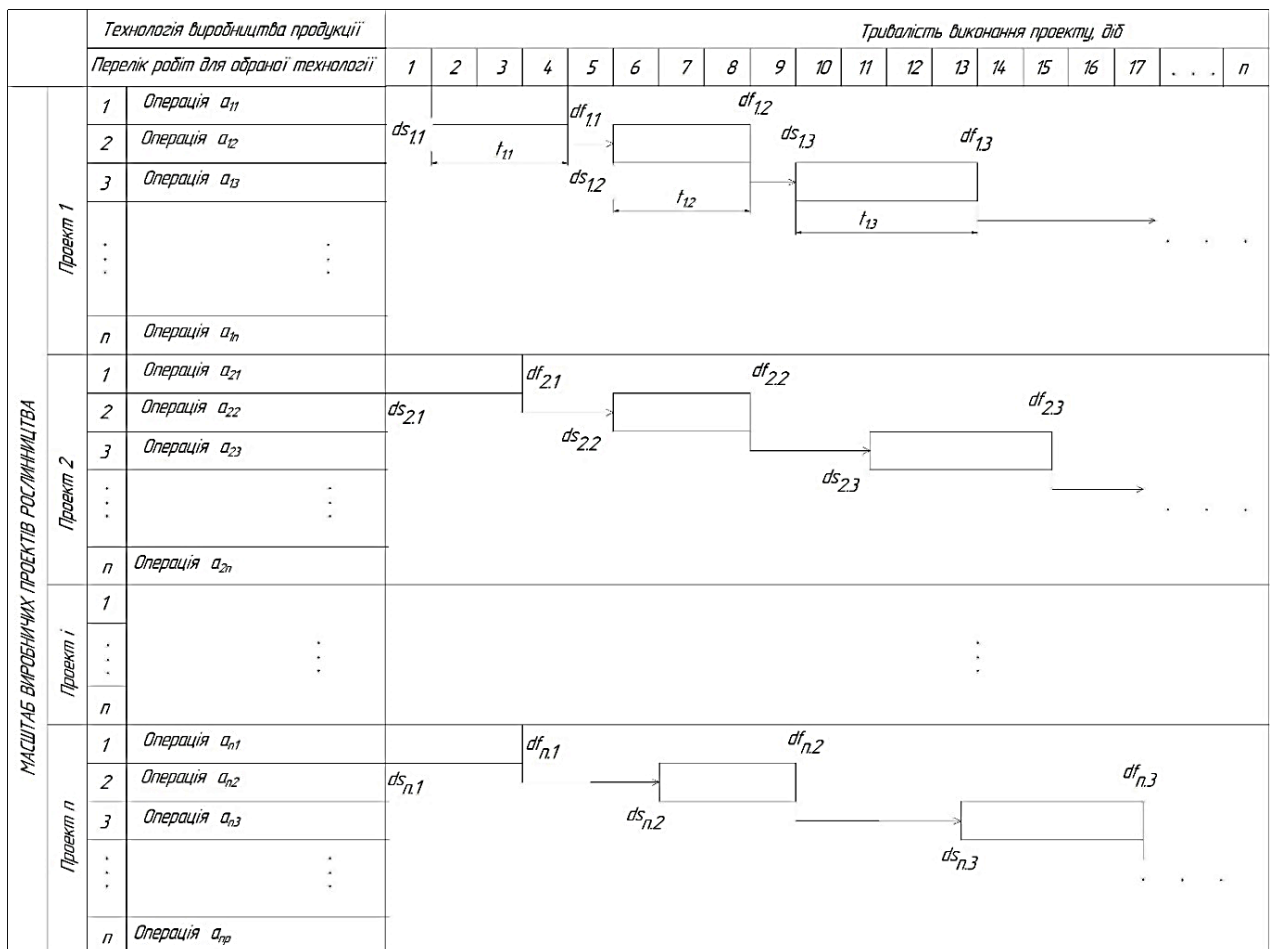


Рис. 2.3. Невпорядкований календарний графік із множини календарних графіків блоків робіт у ВПР

На підставі моделі календарно-сіткового графіка ВПР (2.25), яка сформована у вигляді кортежа атрибутів, отримали невпорядкований календарний графік, який складається з множини календарних графіків блоків робіт у ВПР (рис. 2.3).

Оскільки, внаслідок обмеженої кількості наявних виробничо-технічних ресурсів, під час формування календарного графіка робіт можуть виникати окремі ситуації (рис. 2.4), коли однотипний ресурс може бути використаний на різних блоках робіт ВПР, то необхідно впорядкувати роботи у цих проектах, що використовують однотипні ресурси.

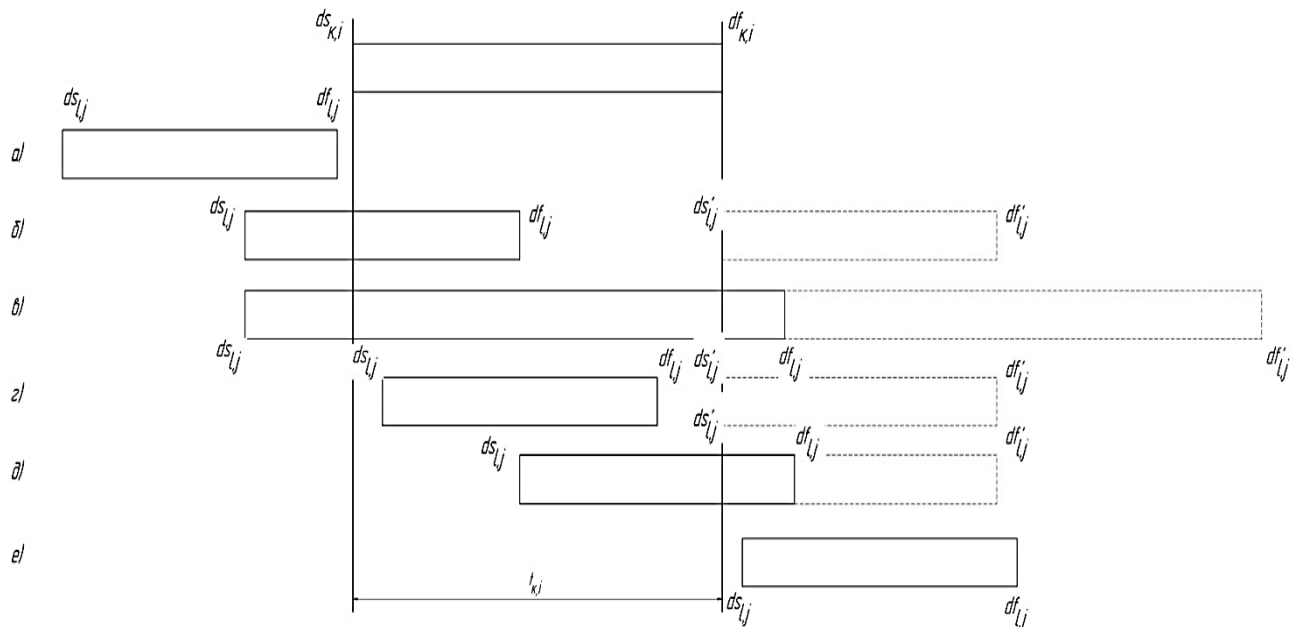


Рис. 2.4. Часові ситуації під час впорядкування робіт у ВПР за потреби використання однотипних ресурси: $ds_{k,i}, df_{k,i}$ – відповідно моменти часу початку і завершення i -ої роботи k -го блоку; $ds_{l,j}, df_{l,j}$ – відповідно моменти часу початку і завершення j -ої роботи l -го блоку до впорядкування; $ds'_{l,j}, df'_{l,j}$ – відповідно моменти часу початку і завершення j -ої роботи l -го блоку після впорядкування.

Окремі часові ситуації ідентифікуються за однією або декількома ознаками заданих моментів часу виконання роботи. Результатом впорядкування

робіт для кожної з ситуацій є отримання моментів часу початку і завершення множини робіт окремого блоку після впорядкування:

Ситуація а)

$$\text{ознака: } df_{l,j} \geq ds_{k,i}. \quad (2.27)$$

$$\text{результат: } ds'_{l,j} = ds_{l,j}; \quad df'_{l,j} = df_{l,j}. \quad (2.28)$$

Ситуація б)

$$\text{ознака: } ds_{l,j} \leq ds_{k,i} < df_{l,j}. \quad (2.29)$$

$$\text{результат: } ds'_{l,j} = df_{k,i} + 1; \quad df'_{l,j} = ds'_{l,j} + (df_{l,j} - ds_{l,j}). \quad (2.30)$$

Ситуація в)

$$\text{ознака: } \begin{cases} ds_{l,j} \leq ds_{k,i} \\ df_{l,j} > df_{k,i} \end{cases}. \quad (2.31)$$

$$\text{результат: } ds'_{l,j} = df_{k,i} + 1; \quad df'_{l,j} = ds'_{l,j} + (df_{l,j} - ds_{l,j}). \quad (2.32)$$

Ситуація г)

$$\text{ознака: } \begin{cases} ds_{l,j} \geq ds_{k,i} \\ df_{l,j} < df_{k,i} \end{cases}. \quad (2.33)$$

$$\text{результат: } ds'_{l,j} = df_{k,i} + 1; \quad df'_{l,j} = ds'_{l,j} + (df_{l,j} - ds_{l,j}). \quad (2.34)$$

Ситуація д)

$$\text{ознака: } \begin{cases} ds_{l,j} \geq ds_{k,i} \\ df_{l,j} > df_{k,i} \end{cases} \quad (2.35)$$

$$\text{результат: } ds'_{l,j} = df_{k,i} + 1; \quad df'_{l,j} = ds'_{l,j} + (df_{l,j} - ds_{l,j}). \quad (2.36)$$

Ситуація е)

$$\text{ознака: } \begin{cases} ds_{l,j} \leq ds_{k,i} \\ df_{l,j} < df_{k,i} \end{cases} \quad (2.37)$$

$$\text{результат: } ds'_{l,j} = ds_{l,j}; \quad df'_{l,j} = df_{l,j}. \quad (2.38)$$

Впорядкування виконується за умови співпадіння робіт у окремих їх блоках ВПР з однаковими видом залучених технічних ресурсів (*msgm*) та енергетичних засобів (*mtr*).

У зв'язку з тим, що енергетичні засоби є універсальними засобами для приводу сільськогосподарських машин і також можуть використовуватись на інших роботах у ВПР, впорядкування робіт за енергетичними засобами виконується лише тоді, коли загальна сума залучених технічних ресурсів (агрегатів) на порівнюваних роботах більша загальну кількість енергетичних засобів доступних у ВПР:

$$\begin{cases} msgm_{k,i} = msgm_{l,j} \\ mtr_{k,i} = mtr_{l,j} \text{ за умови: } nagr_{k,i} + nagr_{l,j} \geq ntr_r \end{cases} \quad (2.39)$$

Подані часові ситуації під час впорядкування робіт, які зумовлюються кліматичними умовами та особливостями виконання окремих робіт, лежать в основі узгодження робіт із подіями у ВПР.

2.4. Висновки до розділу 2

1. Виконаний системний опис та обґрунтована структурна схема організаційно-технічної системи виробничих проєктів рослинництва забезпечують розкриття причинно-наслідкового зв'язків між окремими їх підсистемами, а також здійснено обґрунтування необхідних складових управління ресурсами для забезпечення максимальної ефективності реалізації цих проєктів.

2. Встановлено, що якісне узгодження змісту, часу та ресурсів із проєктним середовищем можливе лише на підставі моделювання організаційно-технічної системи виробничих проєктів рослинництва.

3. Обґрунтовані головні принципи створення моделі вибору раціональних типів ресурсів для виконання робіт у виробничих проєктах рослинництва передбачають розрахунок часових характеристик всіх робіт проєкту, побудову календарного графіка проєкту та визначення очікуваних втрат їх продукту. Означені процеси управління є основою для прийняття рішень стосовно забезпечення проєкту достатньою кількістю технічних ресурсів.

4. Встановлені особливості використання ресурсів у виробничих проєктах рослинництва свідчать про те, що методи та моделі повинні розроблятися з урахуванням специфічних подій цих проєктів, а також характеристик проєктного середовища, щоб підвищити ефективність процесів управління ресурсами.

5. Подані часові ситуації під час впорядкування робіт у виробничих проєктах рослинництва, які зумовлюються кліматичними умовами та особливостями виконання окремих робіт, лежать в основі узгодження робіт із подіями у зазначених проєктах.

РОЗДІЛ 3.

МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ У ВИРОБНИЧИХ ПРОЄКТАХ РОСЛИННИЦТВА

3.1. Модель вибору раціональних типів ресурсів для виконання робіт у виробничих проєктах рослинництва

У ВПР виконується велика кількість впорядкованих робіт. Кожна робота являє собою дії, які забезпечують формування частини продукту проєкту завдяки певним перетворенням, переміщенням та зміни стану об'єктів тощо. Для виконання цих робіт у проєкті застосовується множина ресурсів, до яких відносяться виконавці, енергетичні засоби (трактори), причіпні, начіпні та напівначіпні сільськогосподарські машини, самохідні сільськогосподарські машини та комбайни.

Вибір раціональних типів ресурсів для виконання робіт у ВПР передбачає визначення виду технічних ресурсів із відповідним енергоносієм для даної роботи та потреби у виконавцях. При цьому виконується одночасне визначення для сформованого технічного ресурсу (агрегату) його основних показників ефективності виконання роботи – продуктивності та питомої витрати палива. Водночас, потреба у виконавцях для кожного виду сформованого технічного ресурсу регламентується технологічними регламентами.

Для виконання роботи можуть використовуватися різні види технічних ресурсів із різною мірою забезпечення заданих показників виконання цієї роботи. Однією з основних умов для успішного управління ВПР є розробка його календарного плану. Для формування календарного плану потрібно визначити тривалість виконання кожної роботи, яка залежить від обсягів її виконання, продуктивності та кількості залучених технічних ресурсів. Враховуючи велику множину видів технічних ресурсів та дію значної кількості чинників зовнішнього проєктного середовища, які задаються властивостями

об'єкта перетворення та агрометеорологічними умовами, вирішення цієї задачі потребує застосування сучасних інформаційних технологій.

Традиційно під час розробки календарних планів робіт у ВПР виконується ідентифікація основних експлуатаційних показників технічних ресурсів (агрегатів). До них належать нормативна продуктивність і витрата палива для окремим технічним оснащенням, які визначаються за допомогою нормативних довідників [50; 51]. У нормативних довідниках інформація здебільшого подається у табличному вигляді, що потребує значних трудовитрат для обґрунтування цих даних. Окрім того, нормативні довідники розроблені лише для тих видів технічних ресурсів, які вже досить тривалий час експлуатуються у підприємствах. Водночас, для нових видів технічних ресурсів ці нормативи відсутні.

У світі, для аналізу та обробки великих масивів даних, широко застосовують методи штучного інтелекту, зокрема, нейронні мережі. Теорія нейронних мереж застосовується під час аналізу та обробки мультимодальних образів, класифікації зображень, класифікації текстових документів, ідентифікації нечітких ситуацій тощо.

Нейронні мережі знаходять своє застосування також під час вирішення задач управління проектами. У роботі Крап Н.П. та Юзевич В.М. [45] використано нейронні мережі для управління конфігураціями проектів туристичних потоків. У праці Назимко В.В. [54] вибір найбільш ефективного керуючого сигналу у проекті здійснюється за допомогою оптимального нейромережного регулятора, який знаходить рішення, близьке до оптимального в рамках допустимого часу і заданих проектних обмежень. Однак, питання щодо автоматизації визначення параметрів технічних ресурсів у складних ВПР ще не достатньо опрацьовано.

Як уже попередньо було сказано, окремі ВПР передбачають виконання множини технологічних робіт $\{O_i\}$, кожна з яких призначена для виконання перетворень над об'єктами (ґрунтом, рослиною, матеріалом тощо). Для

ідентифікації окремих робіт у ВПП окрему роботу можна задати кортежем з такими атрибутами:

$$O_i = \langle VO_i, \{AV_i\}, \tau_i, [t_i] \rangle, \quad (3.1)$$

де VO_i – вид роботи (оранка, лушення, культивуація, обприскування, тощо); $\{AV_i\}$ – множина агротехнічних вимог до робіт (глибина обробітку, норма внесення тощо); τ_i – агротехнічно-зумовлений час початку роботи; $[t_i]$ – допустима тривалість виконання роботи.

Під час виконання кожної роботи O_i у ВПП на її ефективність впливає множина чинників проєктного середовища (вхідних нейронів) $\{x_1, x_2, x_3, x_4\}$, де x_1 – питомий опір ґрунту поля; x_2 – середній кут схилу на полі; x_3 – довжина гону поля; x_4 – стан об'єкту перетворення (рослини чи матеріалу). Кожен з цих чинників, також має свою вагу ω , яка впливає на ефективність виконання роботи.

Одним із основних завдань на етапі планування ВПП є підбір із множини $\{SM_i\}$ наявних у підприємстві чи на ринку технічного оснащення, які б забезпечили виконання заданого перетворення з дотриманням множини відповідних агротехнічних вимог $\{AV_i\}$. Для не самохідних сільськогосподарських машин потрібно визначити із множини $\{EZ_i\}$ енергетичних засобів такий засіб для приводу даної машини, який забезпечить найефективніше виконання заданої роботи.

У випадку формування нового парку технічного оснащення сільськогосподарського підприємства чи його реінжинірингу, окремі технічні засоби вибирають серед множини наявних на ринку техніки $\{SM_i\}$. Якщо формується календарний план робіт у діючому сільськогосподарському підприємстві, то технічного оснащення (агрегат) формують із множини наявних у підприємстві сільськогосподарських машин $\{SM_i\}$ та енергетичних засобів $\{EZ_i\}$.

Для вибору раціональних типів ресурсів під час виконання робіт у ВПР виникає потреба враховувати низку названих вище чинників, що зумовлює доцільність використання теорії нейронних мереж.

Основу кожної нейронної мережі складають відносно прості, у більшості випадків – однотипні, елементи (комірки), що імітують роботу нейронів мозку.

Далі під нейроном буде матися на увазі штучний нейрон, тобто комірка нейронної мережі. Кожен нейрон характеризується своїм поточним станом за аналогією з нервовими клітинами головного мозку, які можуть бути збуджені або загальмовані. Він володіє групою синапсів – однонаправлених вхідних зв'язків, з'єднаних з виходами інших нейронів, а також має аксон – вихідний зв'язок даного нейрона, з якого сигнал (збудження або гальмування) надходить на синапси наступних нейронів. Загальний вигляд нейрона наведено на рис. 3.1.

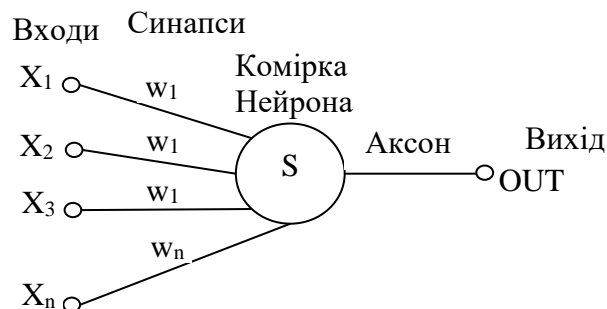


Рис. 3.1. Загальний вигляд штучного нейрона

Кожен синапс характеризується величиною синаптичного зв'язку або її вагою w_i , яка за фізичним змістом еквівалентна електропровідності. Поточний стан нейрона визначається як зважена сума його входів (NET):

$$NET = \sum_{i=1}^n x_i \cdot w_i. \quad (3.2)$$

Виходом нейрона є функція його стану або так звана функція активації нейрона:

$$OUT = f(NET - \Theta). \quad (3.3)$$

де Θ – значення порогового рівня даного нейрону.

У теорії побудови нейронних мереж існує велика кількість видів функцій активації, вибір яких обумовлюється здебільшого специфікою задачі, зручністю реалізації на ПК та алгоритмом навчання мережі.

Оскільки, для вибору раціональних типів ресурсів під час виконання робіт у ВПР виникає потреба враховувати низку умов щодо формування технічного оснащення зазначених проєктів, то доцільно використовувати нейронну мережу у вигляді п'ятишарового перцептрона (рис. 3.2).

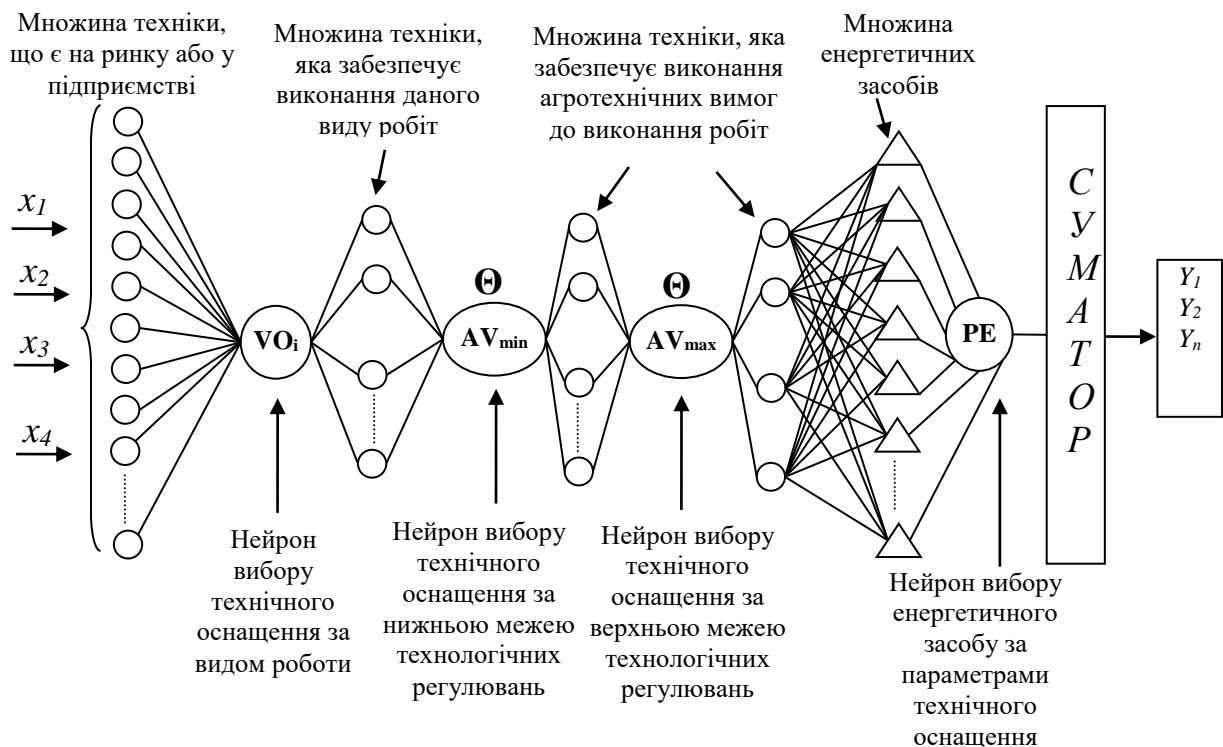


Рис. 3.2. Модель нейронної мережі вибору раціональних типів ресурсів під час виконання робіт у ВПР

Входами п'ятишарового перцептрона є множина наявних на ринку або у сільськогосподарських підприємствах техніки $\{CM_i\}$ та енергетичних засобів $\{EZ_i\}$ для їх приводу.

Перший шар нейронів мережі виконує функцію вибору серед множини машин $\{CM_i\}$ на вході таких, які забезпечують виконання заданого виду роботи VO_i . При цьому вибрано вид функції активації нейронів у даному шарі «жорстка сходи́нка» (рис. 3.3).

Множина відібраних нейроном технічних засобів одночасно є входами наступного шару нейронів. Цей шар призначений для вибору техніки, яка забезпечує виконання заданих агротехнічних вимог до роботи.

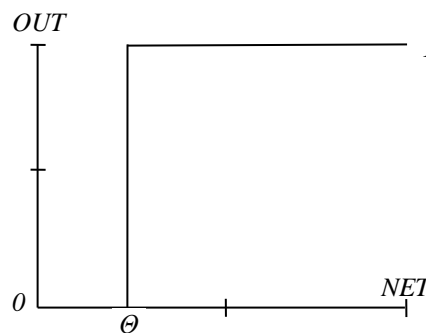


Рис. 3.3 Функція активації нейрона «жорстка сходи́нка»

$$OUT = \begin{cases} 1, VO_i = PM_i \\ 0, VO_i \neq PM_i \end{cases}, \quad (3.4)$$

де PM_i - технологічне призначення сільськогосподарської машини.

Наприклад, таку роботу, як лушення стерні можна виконувати дисковими луцильниками, боронами або лемішними луцильниками, які виконують цю роботу з різним ступенем ефективності (вагою) w . У свою чергу ефективність виконання роботи w_i визначається ступенем забезпечення заданих агротехнічних вимог AV_i даною сільськогосподарською технікою.

Для більшості робіт, які необхідно виконати у ВПП за заданого виду сільськогосподарської продукції існують мінімальні межі AV_{min} та максимальні межі AV_{max} допустимих агротехнічних вимог до виконання робіт. У свою чергу сільськогосподарські машини теж мають задані заводом-виготовлювачем мінімальні TR_{min} і максимальні TR_{max} межі технологічних регулювань робочих органів техніки. Тому, в даному випадку, перевірка техніки на відповідність агротехнічним вимогам буде здійснюватися послідовно за допомогою двох нейронів по мінімальній і максимальній межі технологічних регулювань.

В якості функції активації для даних нейронів доцільно також використати «жорстку сходинку». Вихід нейрону вибору по нижній межі технологічних регулювань буде мати вигляд:

$$OUT = \begin{cases} 1, AV_{min} + \Theta \cdot AV_{min} \geq TR_{min} \\ 0, AV_{min} + \Theta \cdot AV_{min} < TR_{min} \end{cases}, \quad (3.5)$$

де Θ – пороговий рівень нейрону, який задає допустиме відхилення від заданих агротехнічних вимог до роботи.

Аналогічний вигляд буде мати вихід нейрону вибору по верхній межі технологічних регулювань:

$$OUT = \begin{cases} 1, AV_{max} - AV_{max} \cdot \Theta \leq TR_{max} \\ 0, AV_{max} - AV_{max} \cdot \Theta > TR_{max} \end{cases}. \quad (3.6)$$

Кожна несамохідна сільськогосподарська машина може агрегатуватися з відповідною множиною енергетичних засобів. У нейронній мережі функцію вибору енергетичного засобу виконує нейрон PE (рис. 3.2). Цей нейрон здійснює вибір енергетичного засобу за параметрами сільськогосподарської машини, а саме – тяговим класом, основним показником, який характеризує можливість агрегування сільськогосподарської машини та енергетичного

засобу. Функція активації даного нейрону аналогічна функції активації першого шару мережі, а саме «жорстка сходи́нка»:

$$OUT = \begin{cases} 1, P_{Hi} \geq R_{Hj} \\ 0, P_{Hi} < R_{Hj} \end{cases}, \quad (3.7)$$

де P_{Hi} – номінальне тягове зусилля на гаку i -го енергетичного засобу, кН, R_{Hj} – тяговий опір j -ї сільськогосподарської техніки у даних умовах проектного середовища X_1 та X_2 , кН.

Множина сформованих варіантів раціональних типів ресурсів для виконання робіт у ВПР аналізується за допомогою суматора. При цьому отримуємо вихідний нейрон з множиною характеристик технічних ресурсів (Y_1 – годинна продуктивність технічного оснащення на виконання роботи; Y_2 – питома витрата палива та інші необхідні показники їх використання Y_n). Той варіант технічного оснащення, який забезпечує найкращі означені показники, вважають формує раціональний тип технічних ресурсів для виконання робіт у ВПР, а на підставі відомих регламентів визначається потреба у основних та допоміжних виконавцях, які будуть виконувати задані роботи.

3.2. Модель прогнозування втрат продукту у виробничих проєктах рослинництва

Важливою умовою ефективного управління ВПР є вирішення задач щодо ефективного управління ресурсами, змістом та часом. Для вирішення цих управлінських задач застосовується методи сіткового і календарного планування. Враховуючи те, що для успішної роботи над проєктом його менеджеру потрібно швидко опрацьовувати значний масив інформації, виникає потреба у спеціальних інструментах, до яких належать сітковий і календарний графіки проєкту. Календарний графік – це графічне подання робіт проєкту,

який відображає послідовність, взаємозв'язок, тривалість та календарний час їх виконання. Сіткове та календарне планування широко застосовується в різних галузях промисловості, в будівництві та в інженерних проєктах. Проте, ВПР мають ряд суттєвих особливостей, що унеможливають використання традиційних методів сіткового і календарного планування [117].

Враховуючи наявну множину альтернативних варіантів виконання робіт та залучення окремих видів ресурсів для реалізації ВПР, а також існуючі часові обмеження на календарні терміни виконання робіт, виникає необхідність розробки спеціалізованих моделей для автоматизованого сіткового та календарного планування зазначених проєктів.

Як уже зазначалося, ВПР мають низку суттєвих особливостей, що унеможливають ефективне використання традиційних методів сіткового і календарного планування. Зокрема, ці проєкти передбачають виконання значної кількості робіт, які необхідно виконати впродовж агротехнічно зумовлених термінів, що залежать від біологічних особливостей вирощуваних культур, її фази розвитку та агрометеорологічних умов проєктного середовища. Зазначені терміни будемо розглядати як директивні, порушення яких спричиняє незворотні втрати продукту проєкту (врожаю), а тому зміщення часу виконання основних робіт з метою оптимізації завантаження ресурсів може бути лише у межах даних термінів.

Окремі ВПР виконуються на окремому полі чи групі полів, тому зумовлює необхідність проводити основні роботи зазначених проєктів на окремих земельних ділянках лише послідовно. Саме це унеможливає паралельне виконання різних видів робіт.

Також, значний вплив на результати отриманого продукту ВПР мають ризики, що зумовлені стихійними лихами та несприятливими погодними умовами, які належать до кліматичних умов проєктного середовища і їх також потрібно врахувати у моделях.

Проект (P), зокрема ВПР, можна розглядати як множину упорядкованих дій (робіт над ґрунтом, рослиною чи матеріалом) відповідно до заданих агротехнічних вимог:

$$P = \{O_i\}. \quad (3.8)$$

Кожна i -та робота (O_i) у ВПР задається кортежем з такими атрибутами – вид роботи: (оранка, культивуація, хімічний захист тощо); множина агротехнічні вимоги до виконання робіт (глибина обробітку, норма внесення тощо); директивні час початку $[\tau_i]$ та тривалість $[t_i]$ виконання i -ї роботи.

Під час реалізації ВПР для виконання основних і допоміжних робіт використовується обмежена кількість виробничо-технічних ресурсів підприємства, серед яких можна виділити множину сільськогосподарських машин $\{M_i\}$ та енергетичних засобів $\{T_i\}$ для їх приводу. Саме ці ресурси формують пул ресурсів, який може використовуватися у інших проектах ВПР. Тому з огляду на обмеженість наявних ресурсів доцільно провести моделювання використання зазначених ресурсів в умовах змінних обсягів робіт Q у ВПР та обмеження допустимих термінів виконання робіт.

Формування календарного графіка робіт у ВПР виконується впродовж двох етапів. На першому етапі здійснюється розробка моделі технології формування продукту проекту (рис. 3.4).

Технологія виробництва продукції		Календарний термін виконання проекту, днів									
Перелік технологічних операцій для обраної технології		1	2	3	4	5	6	7	8	...	n
1	Операція a_1	$[\tau_{n1}]$				$[\tau_{n1}]$					
2	Операція a_2		$[t_1]$			$[\tau_{n2}]$			$[t_2]$		$[\tau_{n2}]$
...	...										
n	Операція a_n									$[t_n]$	$[\tau_{nn}]$

Рис. 3.4. Модель технології формування продукту проекту

Модель технології формування продукту проєкту відображає впорядковану за часом та змістом множину робіт ВПР та вектори директивних календарних термінів їх виконання. Координата початку вектора календарного терміну роботи у моделі задається директивним часом її початку $[\tau_{s_i}]$, а координата завершення $[\tau_{e_i}]$ визначається за формулою:

$$[\tau_{e_i}] = [\tau_{s_i}] + [t_i]. \quad (3.9)$$

Модель технології формування продукту проєкту задає «ідеальний» календарний графік ВПР. Якщо би всі роботи у зазначеному проєкті виконувалися впродовж директивних календарних термінів, то можна було б одержати максимальний вихід продукту проєкту.

На другому етапі для кожної a_i роботи здійснюється підбір такого технічного оснащення (сільськогосподарської машини) із множини $\{M_i\}$ доступних для проєкту, яка б забезпечила виконання заданого виду роботи (VO_i) з дотриманням множини відповідних агротехнічних вимог.

Для несамохідної сільськогосподарської техніки слід визначити із множини $\{T_i\}$ енергетичних засобів такий засіб для приводу даної машини, який забезпечить найефективніше виконання заданої роботи. Таким чином, отримуємо технічний ресурс (агрегат) необхідний для виконання заданої роботи.

Для даного технічного ресурсу на підставі врахування його експлуатаційно-технічних характеристик та множини чинників зовнішнього проєктного середовища, головними із яких є питомий опір ґрунту поля, середній кут схилу на полі; довжина гону поля та стан об'єкту перетворення (рослини, чи матеріалу) визначається його змінна продуктивність W_v та питома витрата палива g_p . На основі визначеної змінної продуктивності технічного ресурсу визначається фактична тривалість виконання кожної технологічної роботи O_i з врахуванням кількості наявних технічних ресурсів:

$$t_i = \frac{Q}{W_v \cdot K_v \cdot n}, \quad (3.10)$$

де Q – обсяг робіт, га (т, м³); W_v – продуктивність агрегату за зміну (норма виробітку агрегату), га/зміну; K_v – коефіцієнт змінності, n – кількість залучених до роботи технічних засобів на i -й роботі з доступної множини $\{M_i\}$ і $\{T_i\}$.

З огляду на те, що на окремих земельних ділянках одночасно може виконуватися лише одна робота, то для кожної окремої роботи необхідно визначити час її початку та завершення. Для першої роботи у ВПР координата вектора її початку буде дорівнювати її директивному календарному часу, тобто:

$$\tau_{s1} = [\tau_{s1}]. \quad (3.11)$$

Для всіх наступних i -х робіт у ВПР координати векторів їх початку визначаються із врахуванням директивного календарного часу їх початку $[\tau_{s_i}]$ та за умови завершення виконання на полі попередньої роботи $\tau_{e_{i-1}}$, тобто:

$$\tau_{s_i} = \begin{cases} [\tau_{s_i}], & \text{якщо } [\tau_{s_i}] > \tau_{e_{i-1}} \\ \tau_{e_{i-1}}, & \text{якщо } [\tau_{s_i}] \leq \tau_{e_{i-1}} \end{cases}. \quad (3.12)$$

Координата вектора завершення роботи у ВПР визначається додаванням до координати її початку тривалості виконання роботи:

$$\tau_{e_i} = \tau_{s_i} + t_i. \quad (3.13)$$

Під час виконання заданих обсягів робіт внаслідок обмеження кількості технічних ресурсів множинами наявних сільськогосподарських машин $\{M_i\}$ та енергетичних засобів $\{T_i\}$ можуть виникати порушення директивних термінів роботи.

Тривалість виконання роботи понад директивні терміни (рис. 3.5) визначається з умови:

Якщо час завершення окремої роботи у ВПР перевищує її директивний календарний час завершення $\tau_{e_i} > [\tau_{e_i}]$ (рис.3.5., *b*), то це зумовлює виникнення втрат продукту проєкту. Для попередження виконання роботи понад директивні терміни змінюють тривалість робочого часу за добу (коефіцієнт змінності) або кількість залучених до роботи технічних ресурсів.

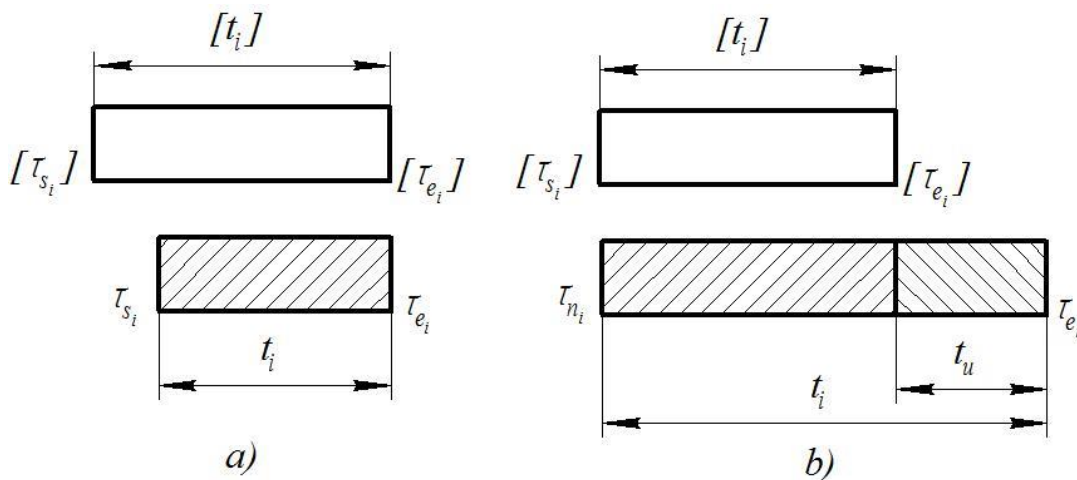


Рис. 3.5. Графічна інтерпретація робіт, тривалість виконання яких не перевищує (*a*) та перевищує (*b*) директивний термін

$$t_u = \begin{cases} \tau_{e_i} - [\tau_{e_i}], & \text{якщо } \tau_{e_i} > [\tau_{e_i}] \\ 0, & \text{якщо } \tau_{e_i} \leq [\tau_{e_i}] \end{cases} \quad (3.14)$$

Якщо обидва заходи не призводять до уникнення тривалість виконання роботи понад директивні терміни, тоді визначаються втрати продукту ВПР від несвоєчасного виконання даної роботи [117]

$$Z_i = 0,5 \cdot U_{\max_i} \cdot Q_{u_i} \cdot t_{u_i} \cdot \kappa_l, \quad (3.15)$$

$$Q_{u_i} = Q - W_{d_i} \cdot ([\tau_{e_i}] - \tau_{s_i}). \quad (3.16)$$

де U_{\max_i} – максимальна урожайність сільськогосподарської культури (характеристика продукту проєкту), ц/га; Q_{u_i} – обсяг несвоєчасно виконаних робіт, га (т, м³); t_{u_i} – тривалість виконання роботи понад директивні терміни, днів; κ_l – коефіцієнт втрати урожаю сільськогосподарської культури внаслідок затримки роботи на одну добу [117]; W_{d_i} – добова продуктивність технічного оснащення при виконанні даної роботи, га/добу.

Внаслідок зайнятості окремих предметів праці (полів, рослин) або технічного ресурсу на виконанні попередньої роботи час початку наступної роботи може перевищувати встановлений для неї як директивний термін (рис.3.6).

При цьому втрати продукту ВПП від несвоєчасного початку виконання роботи розраховуються за формулою:

$$Z'_i = Q_{u_i} \cdot t'_u \cdot U_{\max_i} \cdot \kappa_l, \quad (3.17)$$

$$t'_u = \begin{cases} \tau_{s_i} - [\tau_{e_i}], & \text{якщо } \tau_{s_i} \geq [\tau_{e_i}] \\ 0, & \text{якщо } \tau_{s_i} < [\tau_{e_i}] \end{cases}. \quad (3.18)$$

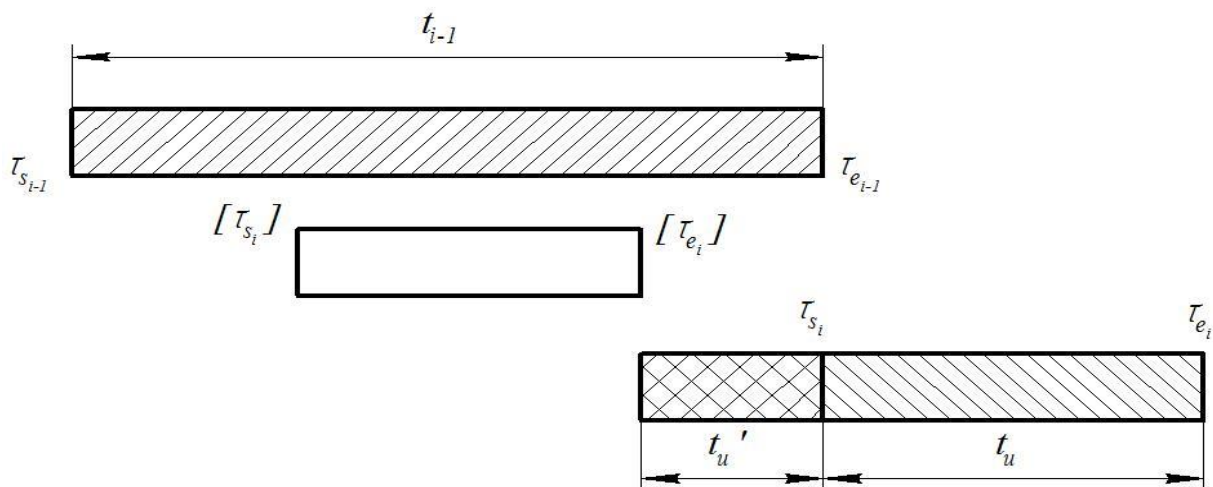


Рис. 3.6. Графічна інтерпретація робіт, у яких початок виконання перевищує директивний термін

Наступним кроком прогнозування втрат продукту у ВПР є визначення для кожної роботи загальних втрат продукту проекту через несвоєчасне їх виконання:

$$\sum Z_{S_i} = Z'_i + Z_i . \quad (3.19)$$

На підставі побудови календарного плану виконання робіт у ВПР визначаються очікувані втрати продукту для всіх робіт проекту P , а також сумарні очікувані втрати продукту проекту Z_{P_i} за формулою:

$$Z_{P_i} = \sum_{i=1}^n Z_{S_i} . \quad (3.20)$$

Отримані результати є підставою для обґрунтування управлінських рішень щодо подальшої реалізації ВПР.

Аналіз окремих робіт дає можливість визначити критичні роботи ВПР, які спричиняють найбільші втрати продукту і відповідно визначити ресурси, нестача яких зумовлює ці втрати. Для проєктного менеджера який управляє ВПР ці дані є основою для прийняття рішень стосовно забезпечення проєкту достатньою кількістю ресурсів шляхом кооперування, найму, додаткового придбання даного або декількох видів ресурсів. Якщо це не можливо, є підставою для зміни масштабу ВПР в сторону зменшення. Оскільки зменшення масштабу ВПР призведе до зменшення завантаження наявних ресурсів і відповідно до мінімізації втрат продукту зазначеного проєкту.

3.3. Метод управління виробничо-технічними ресурсами виробничих проєктів рослинництва

Сільськогосподарські підприємства України функціонують в умовах невизначеності та постійної зміни виробничих умов. Вижд та обсяги

виробництва продукції рослинництва окремим підприємством щороку доводиться коректувати враховуючи ситуацію на ринку сільськогосподарської продукції, яка зумовлюється здебільшого некерованими чинниками, що формують попит на продукцію в межах країни та світу. З'являються нові технології виробництва продукції та нові високопродуктивні технічні засоби. У результаті чого для підтримання конкурентоздатності підприємствам доводиться щороку змінювати структуру виробництва сільськогосподарської продукції, застосовувати новітні технології та технічні засоби.

Це зумовлює потребу застосування проєктно-орієнтованого підходу для управління ВПР окремих сільськогосподарських підприємств. Проєктно-орієнтований підхід передбачає розгляд виробництва продукції рослинництва як проєкту. ВПР мають чіткий термін початку та завершення, що свідчить про їх тимчасовість. Початок проєктів задається моментом часу прийняття рішення щодо виробництва заданої множини та обсягів рослинницької продукції відповідної якості. Завершення проєктів відбувається тоді, коли вироблена продукція реалізована та підведені підсумки проєктів – оцінення отриманого продукту.

Складність управління ВПР полягає у тому, що щороку із зміною структури та обсягів виробництва відбувається зміна земельних ділянок на яких виконуються проєкти. Зміна земельної ділянки спричиняє зміну виробничих умов вирощування та збирання, а саме змінюється місце розташування, площа поля, його конфігурація, рельєф, фізико-механічні характеристики ґрунту, вміст поживних речовин у ньому тощо, що впливає на особливості використання трудових та технічних ресурсів, затрати палива, добрив та пестицидів.

Важливу роль у ВПР відіграє технологічний регламент, який являє собою набір робіт, які необхідно виконати впродовж терміну вегетації культури. Кожна з цих робіт характеризується агротехнічно допустимими директивними термінами, тобто початком і заданою тривалістю, впродовж яких необхідно цю роботу виконати.

Кожна робота вимагає використання відповідних технічних ресурсів, які здебільшого є універсальними і використовуються на різних роботах, тому забезпечуючи виконання робіт у ВПР проєктному менеджеру доводиться розподіляти пул наявних технічних ресурсів між окремими проєктами. Недостатня кількість цих ресурсів, або нераціональний їх розподіл зумовлює виникнення незворотних втрат продукції, що виникають внаслідок порушення директивних термінів і несвоєчасного виконання робіт у проєктах.

З огляду на велику множину робіт у ВПР, які використовують однотипні види технічних ресурсів і дію значної кількості чинників мінливого проєктного середовища, які задаються властивостями об'єкта перетворення і агрометеорологічними умовами, вирішення цього завдання потребує застосування сучасних інформаційних технологій. Для їх реалізації необхідно розробити метод управління виробничо-технічними ресурсами ВПР.

Масштаб виробництва визначає необхідний обсяг виробництва продукції в плановому періоді, який відповідає номенклатурою, асортиментом і якістю вимогам плану продажів. Вона обумовлює перелік та масштаби проєктів ВПР, зміст, потребу в виробничо-технічних ресурсах, чисельності персоналу, тощо.

Для окремого сільськогосподарського підприємства масштаб виробництва (PP) можна відобразити множиною площ посіву S_i культур:

$$PP = \{S_1, S_2, S_3, \dots, S_n\}. \quad (3.21)$$

Під час реалізації ВПР використовує множини виробничо-технічних ресурсів, а саме множина:

- земельних ділянок $\{P_i\}$;
- сільськогосподарських машин $\{M\}$;
- енергетичних засобів $\{T\}$;
- трудових ресурсів $\{W\}$.

Кожна i -а земельна ділянка (Pl_i) характеризується такими показниками:

- 1) площею (s_i);
- 2) середньою довжиною робочого гону (l_i);
- 3) середнім схилом рельєфу (α_i);
- 4) питомим опором ґрунту (ρ_i).

$$Pl_i = \{s_i, l_i, \alpha_i, \rho_i\}. \quad (3.22)$$

Масив «енергетичні засоби» (T_i) характеризується такими параметрами, як:

- 1) тягове зусилля (P_{H_i});
- 2) тип рушія (TP_i);
- 3) характеристики начіпної та гідравлічної систем (HC_i);
- 4) питома витрата палива (q_{ni});
- 5) кількість доступних i -х енергетичних засобів (n_i).

$$T_i = \{P_{H_i}, TP_i, HC_i, q_{ni}, n_i\}. \quad (3.23)$$

Масив «сільськогосподарські машини» (M_i) задається множиною характеристик:

- 1) технологічне призначення ($ТП_i$);
- 2) робоча швидкість (V_{pi});
- 3) робоча ширина захвату (B_{pi});
- 4) тяговий опір (R_{H_i});
- 5) характеристики начіпної та гідравлічної систем (HC_i);
- 6) чисельність виконавців (n_{on});

7) кількість доступних i -х сільськогосподарських машин (n_i).

Отже, множина параметрів i -ї сільськогосподарської машини (M_i) буде мати вигляд:

$$M_i = \{TP_i, V_{p_i}, B_{p_i}, R_{H_i}, HC_i, n_{on}, n_i\}. \quad (3.24)$$

Важливим завданням управління ресурсами у ВПР є знаходження відповідності між масштабом виробництва та множинами виробничо-технічних ресурсів:

$$PP \Leftrightarrow \{Pl\} \Leftrightarrow \{T\} \Leftrightarrow \{M\}. \quad (3.25)$$

Необґрунтоване збільшення i -го виду продукту у ВПР призводить до недостатньої кількості виробничо-технічних ресурсів, що спричинює незворотні втрати продукту внаслідок несвоєчасного виконання робіт. А в свою чергу, необґрунтоване зменшення j -о виду продукту у ВПР призводить до неефективного використання виробничо-технічних ресурсів і збільшення вартості отриманого продукту.

Тому для вирішення цієї задачі нами запропонований метод управління управління виробничо-технічними ресурсами у ВПР, блок схема якого подана на рис. 3.7.

На першому етапі цього методу здійснюється аналіз ринку сільськогосподарської продукції та визначаються обсяги продукту ВПР. Дані про обсяги продукту ВПР є підставою для обґрунтування масштабу ВПР окремого сільськогосподарського підприємства, зокрема, визначення площ посіву окремих культур.

На наступному етапі відбувається формування технологічного регламенту виробництва сільськогосподарських культур (TR), який являє собою впорядковану в часі множину робіт у ВПП:

$$TR = \left\{ \begin{array}{l} \{O_1\}, n_1 \\ \{O_1\}, n_2 \\ \vdots \\ \{O_k\}, n_k \end{array} \right\}, \quad (3.26)$$

де $\{O_1\}, \{O_2\} \dots \{O_k\}$ – множина робіт у 1, 2, ..., k -му ВПП; k – кількість ВПП, які реалізовує окреме сільськогосподарське підприємство, $n_1, n_2 \dots n_k$ – кількість робіт у ВПП.

Кожна робота (O_i) у ВПП характеризується такою множиною характеристик:

- видом роботи (VO_i) (оранка, культивування, хімічний захист, тощо);
- множиною агротехнічних вимог до робіт $\{AV_i\}$ (глибина обробітку, норма внесення тощо);
- директивним часом початку $[\tau_i]$;
- директивною тривалістю виконання роботи $[t_i]$.

На четвертому етапі запропонованого методу управління виробничо-технічними ресурсами у ВПП здійснюється формування складу технічних ресурсів та розрахунок його техніко-економічних показників.

Вирішення задачі раціональних типів ресурсів для виконання робіт у ВПП доцільно виконати за допомогою моделлю, яка представлена у п. 3.1 і передбачає використання нейронної мережі у вигляді багатошарового перцептрона. Перший шар якого здійснює вибір технічного оснащення за видом роботи, другий та третій здійснює вибір технічного оснащення по нижній та

верхній межі технологічних регулювань, а четвертий серед вибраних сільськогосподарських машин проводить вибір енергетичного засобу за параметрами технічного оснащення.

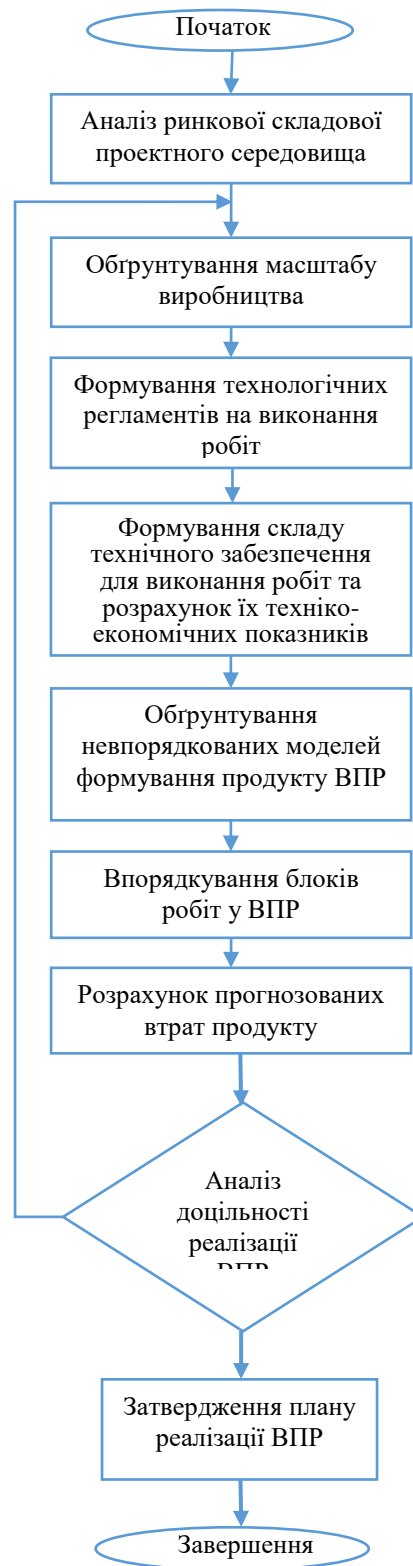


Рис. 3.7. Блок-схема методу управління виробничо-технічними ресурсами у ВПП

Вихідний нейрон за допомогою суматора здійснює вибір раціонального технічного оснащення в заданих умовах проектного середовища.

На п'ятому етапі методу управління виробничо-технічними ресурсами у ВПР здійснюється обґрунтування неупорядкованої моделі формування продукту проектів для окремих сільськогосподарських культур (TP), яка задає у вигляді календарного графіка виконання робіт:

$$TP = \left\{ \begin{array}{l} VO_{1,1}, \{AV_{1,1}\}, [\tau_{1,1}], [t_{1,1}], s_{1,1}, f_{1,1} \\ VO_{1,2}, \{AV_{1,2}\}, [\tau_{1,2}], [t_{1,2}], s_{1,2}, f_{1,2} \\ \vdots \\ VO_{i,nk}, \{AV_{i,nk}\}, [\tau_{i,nk}], [t_{i,nk}], s_{i,nk}, f_{i,nk} \end{array} \right\}, \quad (3.29)$$

де $s_{1,1}, s_{1,2} \dots s_{i,nk}$ – відповідно початок виконання окремих робіт у неупорядкованій моделі формування продукту проектів; $f_{1,1}, f_{1,2} \dots f_{i,nk}$ – відповідно завершення виконання робіт у неупорядкованій моделі формування продукту проектів.

На шостому етапі методу управління виробничо-технічними ресурсами у ВПР відбувається впорядкування робіт у зазначених проектах. Метою впорядкування є виявлення видів технічних ресурсів, які одночасно застосовуються у різних проектах і відповідно зміщення терміну виконання цих робіт із врахуванням пріоритетів проектів.

На наступному етапі запропонованого методу управління виробничо-технічними ресурсами у ВПР розраховуються очікувані втрати продукту проектів під час виконання робіт кожного окремого проекту, що виникають внаслідок порушення директивних термінів.

Після розрахунку очікуваних втрат здійснюється розрахунок показників оптимізаційної моделі і визначається поточне значення цільової функції:

$$\sum_{i=1}^{n_k} S_i \cdot U_i \cdot C_i - \sum_{i=1}^{n_k} B_i \cdot C_i \Rightarrow \max, \quad (3.30)$$

де S_i – площа i -ї культури, га; U_i – прогнозована урожайність i -ї культури, т/га; C_i – ринкова вартість отриманого продукту із i -ї культури; B_i – обсяг втрат продукту із i -ї культури, т.

Наявність значних втрат продукту із i -ї культури є підставою до розгляду можливості формування альтернативних варіантів реалізації ВПР, а також для обґрунтування організаційно-технологічних рішень щодо ресурсного забезпечення зазначених проєктів.

Коректування в сторону зменшення масштабів ВПР здійснюють для тих сільськогосподарських культур, де втрати продукту є найвищі. Після цього ітераційно здійснюють перебір можливих варіантів ресурсного забезпечення ВПР та за визначеною цільовою функцією вибирають раціональний сценарій виконання ВПР. За раціональний приймається той сценарій, який забезпечує досягнення максимум цільової функції (3.30).

3.4. Метод формування бази даних для управління виробничими проєктами рослинництва

База даних для управління ВПР являє собою структуровану сукупність даних, які у повній мірі відображають стан доступних об'єктів зазначених проєктів (ресурсного забезпечення) та їх проєктного середовища, а також зв'язків між ними. База даних для управління ВПР складається з двох частин: збереженої інформації та системи керування нею. Завдяки системі керування базами даних, що являє собою програмне забезпечення, створюється можливість формування бази даних, а також виконання окремих операцій із використанням цих даних.

База даних для управління ВПР за реляційною моделлю і складається з наступних відношень (таблиць):

- 1) характеристик земельних ділянок на яких виконуються ВПР;
- 2) характеристик робіт окремих ВПР;

3) характеристик технічних ресурсів для реалізації ВПР.

Для реалізації ВПР у окремих сільськогосподарських підприємствах використовується множина $\{ЗД\}$ земельних ділянок. Кожна i -а земельна ділянка $ЗД_i$ задається кортежем із такими атрибутами:

- 1) площа (s_i);
- 2) середня довжина робочого гону (l_i);
- 3) середній схил рельєфу (α_i);
- 4) питомий опір ґрунту (ρ_i).

$$ЗД_i = \langle s_i, l_i, \alpha_i, \rho_i \rangle. \quad (3.31)$$

В умовах сільськогосподарського підприємства, блоки виконуваних – це множина робіт із формування продукту ВПР на окремих земельних ділянках, використовуючи доступні виробничо-технічні ресурси.

Роботи (O_{ij}) окремих ВПР задаються кортежем із такими атрибутами:

- 1) i – вид роботи (оранка, культивування, хімічний захист, тощо);
- 2) агротехнічно-зумовлений час початку $[\tau_{ij}]$ та допустима тривалість виконання роботи $[t_{ij}]$;
- 3) j – технологічні параметри роботи (глибина обробітку, норма внесення тощо).

Відношення «технічні ресурси» поділяється на масиви:

- 1) енергетичні засоби $\{EZ\}$;
- 2) сільськогосподарські машини $\{CM\}$;
- 3) самохідні сільськогосподарські машини та комбайни $\{СММ\}$.

Також, оскільки склад доступного технічного оснащення є дуже різноманітним та характеризується великою кількістю зарубіжної техніки, то це зумовлює додатково класифікувати енергетичні засоби та сільськогосподарські машини за можливістю агрегування з аналогічними машинами відповідного класу та призначення. Зокрема, на зарубіжних тракторах використовується аналогічна система начіпки що і на вітчизняних. Однак, вони із іншими

розмірами з'єднувальних елементів, що може викликати неможливість агрегування його з вітчизняною сільськогосподарською машиною без доопрацювання елементів її системи начіпки.

Також можуть виникати труднощі з агрегуванням через різні конструктивні параметри системи приводу робочих органів сільськогосподарської машини від валу відбору потужності чи гідравлічної системи трактора.

Таблиця 3.1. Основні характеристики виконуваних робіт у ВПР та їх технологічні регламенти [102]

№ п\п	Вид роботи	Характеристики роботи	Основні технологічні параметри
1	2	3	4
1	Обробіток ґрунту	1. Оранка;	Глибина обробітку, см;
		2. Культивация суцільна;	-//-
		3. Культивация міжрядна;	-//-
		4. Боронування;	-//-
		5. Дискування.	-//-
		6. Передпосівний обробіток ґрунту.	-//-
		7. Луцення	-//-
2	Підготовка і внесення добрив	1. Внесення мінеральних добрив;	Норма внесення, т/га.
		2. Внесення порошкоподібних добрив;	-//-
		3. Приготування органічних добрив;	-//-
		4. Внесення у ґрунт органічних добрив;	-//-
		5. Транспортування і внесення рідких комплексних добрив (РКД) і рідкого аміаку	-//-
3	Сівба і садіння	1. Сівба зернових колосових і зернобобових	Норма висіву, кг/га
		2. Сівба насіння трав;	-//-
		3. Сівба кукурудзи;	Норма садіння, кількість рядків
		4. Сівба цукрових буряків;	-//-
		5. Сівба овочів;	-//-

Продовження таблиці 3.1.

1	2	3	4
		6. Сівба рису;	Норма висіву, кг/га
		7. Сівба льону;	-//-
		8. Сівба бавовни;	-//-
		9. Садіння картоплі;	Норма садіння, кількість рядків
		10. Садіння розсади;	-//-
		11. Висадко-садіння.	-//-
4	Захист рослин	1. Термічне знезаражування 2. Протруювання 3. Обприскування; 4. Обпилення; 5. Аерозольні обробки; 6. Фумігація 7. Розкидання отруйних принад 8.Внесення гранульованих пестицидів	Витрата робочої рідини, л/га, або норма внесення, кг/га.
5	Збирання	1. Збирання зернових культур;	—
		2. Збирання кукурудзи;	Кількість рядків
		3. Збирання картоплі;	Кількість рядків
		4. Збирання льону;	—
		5. Збирання овочевих культур.	Кількість рядків
		6. Збирання бавовни;	—
		7. Збирання цукрових буряків.	Кількість рядків

Для врахування зазначених особливостей, в базі даних для управління ВПР під час формування комплексу технічного оснащення для виконання окремих блоків робіт вводяться ідентифікатори сумісності техніки у їх комплексах за вказаними вище показниками.

Масив «енергетичні засоби» (EZ_i) задається множиною кортежів із такими атрибутами:

- 1) тягове зусилля (P_n);
- 2) тип рушія (TR);
- 3) характеристики начіпної та гідравлічної систем (HC);
- 4) питома витрата палива (g_n).

Таким чином масив i -го енергетичного засобу (EZ_i) може розглядатися як вектор показників:

$$EZ_i = \langle P_{H_i}, TP_i, HC_i, q_{ni} \rangle. \quad (3.32)$$

Масив «сільськогосподарські машини» (CM_i) задається множиною кортежів із такими атрибутами:

- 1) технологічне призначення ($ТП$);
- 2) робоча швидкість (V_p);
- 3) робоча ширина захвату (B_p);
- 4) тяговий опір (R_H);
- 5) характеристики напівної та гідравлічної систем (HC);
- 6) чисельність виконавців (n_{on}).

Звідси вектор параметрів масиву « i -ї сільськогосподарські машини» (CM_i) буде мати вигляд:

$$CM_i = \langle ТП_i, V_{p_i}, B_{p_i}, R_{H_i}, HC_i, n_{on} \rangle. \quad (3.33)$$

Під час комплектування комплексів технічного оснащення в базі даних для управління ВПР формується сумарний вектор параметрів i -о енергетичного засобу (EZ_i) та i -ї сільськогосподарської машини (CM_i), а також зчипки ($ЗЧ$), що формує технічний комплекс за такою залежністю:

$$. MTA_i = EZ_i + ЗЧ_i + n \cdot CM_i \quad (3.34)$$

де n – кількість технічних засобів у технічному комплексі, од.

Таким чином одержимо вектор параметрів i -о технічного комплексу:

$$MTA_i = \langle P_{H_i}, TP_i, HC_i, q_{ni} \rangle + 3\mathcal{C}_i + n \cdot \langle TП_i, V_{p_i}, B_{p_i}, R_{H_i}, HC_i, n_{oni} \rangle, \quad (3.35)$$

При цьому, існує можливість одержати за відомими залежностями [99] основні показники роботи технічних засобів у технічному комплексі, такі як змінну продуктивність ($W_{зм}$) та витрату палива (Q_n):

$$W_{зм} = W_{год} \cdot T = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau, \quad (3.36)$$

де B_p, V_p – відповідно робоча ширина захвату і швидкість технічних засобів у технічному комплексі; τ – коефіцієнт використання часу зміни; $W_{год}$ – продуктивність за годину чистої роботи технічних засобів, га/год.

$$Q_n = \frac{g_n \cdot N_e \cdot K_3}{W_{зм}}, \quad (3.37)$$

де N_e – ефективна потужність двигуна енергетичного засобу, кВт; K_3 – коефіцієнт завантаження двигуна технічних засобів.

Масив «самохідні сільськогосподарські машини та комбайни» ($СМК$) задається множиною кортежів із такими атрибутами:

- 1) технологічне призначення ($TП$);
- 2) робоча швидкість (V_p);
- 3) питома витрата палива (g_n).

$$СМК = \langle TП, V_p, g_n \rangle. \quad (3.38)$$

Система керування базою даних для управління ВПР забезпечує визначення техніко-експлуатаційних показників технічних засобів у технічному комплексі, які в подальшому використовуються прикладною програмою. До таких показників належить годинна продуктивність та витрата палива

технічних засобів у технічному комплексі (енергетичні ресурси агрегатів, самохідних сільськогосподарських машин та комбайнів) під час виконання робіт у ВПР на визначених земельних ділянках.

3.5. Метод ідентифікації кліматичної складової проєктного середовища виробничих проєктів рослинництва

Природно-кліматичні та агрометеорологічні чинники мають значний вплив на реалізацію ВПР. Цим галузь рослинництва відрізняється від інших галузей народного господарства. Внаслідок дії природно-кліматичних та агрометеорологічних чинників зміщуються роботи у ВПР, зумовлюється потреба у ресурсах та вони мають вагомий вплив на втрати продукту зазначених проєктів. Запобігти цим втратам можна за рахунок прогнозування, планування і своєчасного виконання відповідних агротехнічно зумовлених робіт у ВПР, які диференційовані залежно від дії кліматичної складової проєктного середовища зазначених проєктів.

Для планування кліматичної складової проєктного середовища ВПР використовують агрометеорологічні прогнози, які істотно відрізняються від прогнозів погоди. Агрометеорологічні прогнози вивчають атмосферні умови та їх взаємозв'язок з об'єктами рослинництва і процесами, які забезпечують формування продукту ВПР.

Якщо довгострокові прогнози погоди поки ще не задовільняють вимогам практики аграрного сектору, то агрометеорологічні прогнози внаслідок інерційності кількісних накопичень їх впливу на рослинах і ґрунті мають більшу вірогідність, що задовольняє вимогам планування ВПР [88]. Це зумовлює доцільність врахування метеорологічних і агрометеорологічних чинників під час ідентифікації кліматичної складової проєктного середовища виробничих проєктів рослинництва та відповідно прогнозування добової продуктивності технічного оснащення у заданих виробничих умовах.

Вплив погодних умов на функціонування виробничих систем в рослинництві, зокрема, виконання окремих блоків робіт розглянуто у роботах [59; 88]. Для характеристики метеорологічних умов пропонується використовувати коефіцієнт погодності, який визначається відношенням кількості днів під час яких погодні умови не заважають виконанню робіт у рослинництві до кількості календарних днів.

Коефіцієнт погодності пропонується у роботі [51] розраховувати за формулою:

$$K_{\text{пог}} = \frac{D(O > O_{\text{доп}} \vee \rho > \rho_{\text{доп}} \vee \underline{t} < t < \bar{t})}{D_k}. \quad (3.39)$$

де O і $O_{\text{доп}}$ – відповідно фактичні та допустимі кількості опадів відповідно, мм; ρ і $\rho_{\text{доп}}$ – відповідно фактична і допустима продуктивна вологість ґрунту; t – фактична температура, \underline{t} – нижня допустима температурна межа; \bar{t} – верхня допустима температурна межа; D_k – кількість календарних днів у досліджуваному періоді; знак \vee - логічного додавання, який означає, що з кількості календарних днів необхідно відняти кількість днів, для яких хоча б один з параметрів виходить за допустимі межі.

Зазначимо, що існуючі методи визначення коефіцієнтів погодності не враховують фактичної та допустимої продуктивної вологості ґрунту. Цей показник залежить від кількості опадів та фізико-механічних властивостей ґрунту. Оскільки, окремі ділянки можуть мати різні типи ґрунтів, то врахування показника продуктивної їх вологості ґрунту суттєво ускладнить визначення та використання на практиці коефіцієнта погодності. Коефіцієнт погодності залежить від кліматичної зони, тому для його визначення необхідно використовувати дані метеорологічної станції, що знаходиться в досліджуваній кліматичній зоні.

Ефективність реалізації ВПР у значній мірі залежить від якості календарного планування робіт у них. Побудова графіків робіт у ВПР дає

можливість визначити календарну потребу у технічному оснащенні, а також показники їх використання (витрата паливо-мастильних матеріалів, трудових ресурсах та інших ресурсах, які необхідні для виконання блоків робіт у окремих ВПР). Під час побудови графіків виконання робіт, визначають тривалість t_i виконання кожної окремої роботи з врахуванням кількості наявних технічних ресурсів за формулою [34]:

$$t_i = \frac{Q}{W_v \cdot K_v \cdot n}, \quad (3.40)$$

де Q – обсяг робіт, га (т, м³); W_v – продуктивність технічного оснащення за зміну (норма виробітку агрегату), га/зм; K_v – коефіцієнт змінності, n – кількість залучених технічних засобів на виконання заданої роботи.

Застосування формули (3.40) під час розробки календарного графіка робіт у ВПР призводить до значної похибки у розрахунках, оскільки у ній не враховується вплив погодного чинника на можливості виконання потрібних блоків робіт. Цей недолік можна усунути за рахунок врахування під час розрахунку тривалості виконання робіт коефіцієнта погодності K_n використовуючи наступну формулу:

$$t_i = \frac{Q}{W_v \cdot K_v \cdot n \cdot K_n}. \quad (3.41)$$

Для того, щоб отримати коефіцієнт погодності для умов заданого регіону використовують статистичні дані метеорологічних спостережень районованої метеорологічної станції, які у них фіксуються у вигляді таблиць метеорологічних і агрометеорологічних спостережень (форма ТСХ-1).

Однак, для того щоб визначити цей коефіцієнт потрібно обробити великий масив даних. Для автоматизації обробки даних нами розроблено програму в середовищі Excel, блок схему якої подано на рис. 3.8.

На першому етапі було проводиться введення даних форм ТСХ-1 у електронні таблиці Excel та проводиться розрахунок середньодобового значення температури повітря (t_{cpi}) та сумарного значення добової кількості опадів (O_i) для кожного i -о дня досліджуваного періоду. Отримані результати заносять у таблицю 3.2.

Таблиця 3.2. Параметри погодних умов та характеристики можливості виконання робіт у ВПР

День декади	1970			...	2020		
	t_{cp}	$O_{сум}$	Х-ка можливості виконання роботи	...	t_{cp}	$O_{сум}$	Х-ка можливості виконання роботи
1	t_{cp1}	$O_{сум1}$	a_1	...	t_{cp1}	$O_{сум1}$	a_1
2	t_{cp2}	$O_{сум2}$	a_2	...	t_{cp2}	$O_{сум2}$	a_2
3	t_{cp3}	$O_{сум3}$	a_3	...	t_{cp3}	$O_{сум3}$	a_3
...
10	t_{cp10}	$O_{сум10}$	a_{10}	...	t_{cp10}	$O_{сум10}$	a_{10}

На другому етапі визначення декадного коефіцієнта погодності виконують ідентифікацію можливості виконання робіт у ВПР за метеорологічними умовами a_i для всіх днів вибірки. Для цього використовують залежність:

$$a_i = \begin{cases} 1, \text{ за умови } O_{сумi} < O_{дон} \wedge t_{cpi} < t_{дон} \\ 0, \text{ за умови } O_{сумi} > O_{дон} \vee t_{cpi} < t_{дон} \end{cases} \quad (3.42)$$

На наступному етапі ідентифікації кліматичної складової проєктного середовища ВПР для кожної j -ї декади визначають кількість днів у яких забезпечувалась можливість виконання механізованих робіт за

метеорологічними умовами ($a_i = 1$) та проводять формування варіаційних рядів кількості погожих днів у декадах для кожного року спостережень. $\langle n_{1j}, n_{2j}, \dots, n_{kj} \rangle$, де $n_{1j}, n_{2j}, \dots, n_{kj}$ – кількість погодних днів, відповідно у $1, \dots, k$ році досліджуваного періоду спостережень, для j -ї декади.

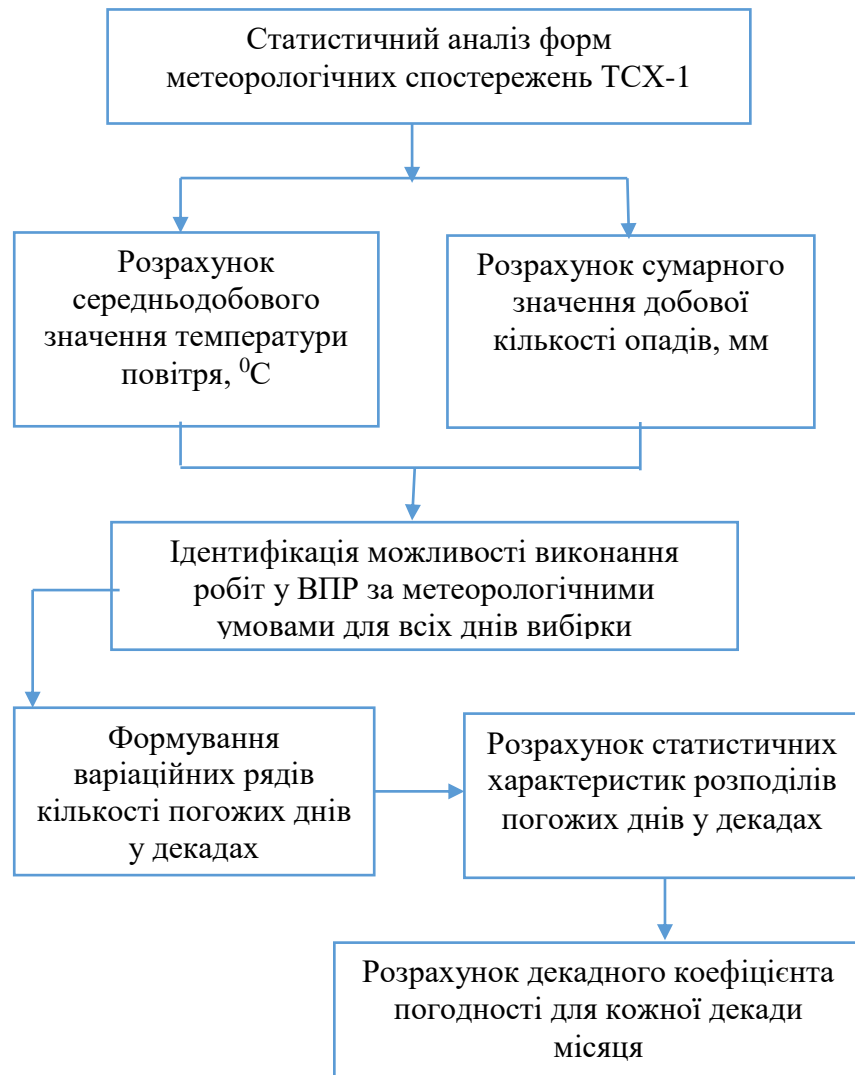


Рис. 3.8. Схема алгоритму визначення декадного коефіцієнта погодності

Опрацювання сформованих рядів емпіричних даних за допомогою відомих методів математичної статистики дає змогу встановити статистичні характеристики розподілів цих випадкових величин, а саме: математичне сподівання, дисперсію, середньоквадратичне відхилення та коефіцієнт варіації кількості погожих та непогожих днів у декадах для кожного року.

Коефіцієнт погодності K_{nj} для кожної j -ої декади року розраховується за формулою:

$$K_{nj} = \frac{n_{ci}}{D_k} \quad (3.43)$$

де n_{ci} – математичне сподівання кількості погожих днів у j -й декаді року;
 D_k – кількість календарних днів у досліджуваному періоді. ($D_k = 10$).

Впродовж життєвого циклу ВПР коефіцієнт погодності може коливатися в значних межах, що свідчить про суттєву мінливість погодних умов. Це свідчить про важливість його врахування під час планування виконання робіт та використання ресурсів у ВПР.

3.6. Висновки до розділу 3

1. Запропонована модель вибору раціональних типів ресурсів для виконання робіт у виробничих проєктах рослинництва базується на розробленні та використанні штучних нейронних мереж, що являють собою п'ятишаровий перцептрон із функцією активації нейрона «жорстка сходинка». Це забезпечує врахування виробничих та кліматичних умов регіону, де реалізуються виробничі проєкти рослинництва, множину наявної на ринку технічних засобів, що адекватно забезпечує прогнозування показників ефективності використання ресурсів та вибору з-поміж них раціональних для заданого проєктного середовища.

2. Удосконалена модель прогнозування втрат продукту виробничих проєктах рослинництва базується на використанні методів календарного планування та імітаційного моделювання виконання робіт у зазначених проєктах, що забезпечує кількісне визначення показників несвоєчасно виконаних робіт за заданих ресурсів. На відміну від існуючих моделей

запропонована у роботі враховує технологічні вимоги щодо директивних термінів виконання робіт, масштаби проєктів, а також кількість та властивості доступних ресурсів, що лежить в основі вибору раціональних ресурсів для реалізації виробничих проєктів рослинництва.

Розроблені метод управління виробничо-технічними ресурсами у виробничих проєктах рослинництва лежать в основі визначення раціональної потреби у ресурсах, уможлиблює підвищення ефективності реалізації зазначених проєктів та мінімізує втрати їх продукту, а також адекватно забезпечує прогнозування показників ефективності використання ресурсів та вибору з-поміж них раціональних для заданого проєктного середовища.

Удосконалені методи ідентифікації кліматичної складової проєктного середовища виробничих проєктів рослинництва та формування бази даних для управління ними базуються на аналізі статистичних даних районованих агрометеорологічних станцій та доступності виробничо-технічних ресурсів для реалізації проєктів. На відміну від існуючих вони дають змогу повною мірою врахувати вплив мінливих складових проєктного середовища на якість отриманих знань щодо часових відхилень від директивних термінів виконання робіт та доступності ресурсів під час планування зазначених проєктів.

РОЗДІЛ 4.

РЕЗУЛЬТАТИ ОБҐРУНТУВАННЯ БАЗИ ДАНИХ, ЗНАНЬ ТА ВИКОРИСТАННЯ РОЗРОБЛЕНОГО ІНСТРУМЕНТАРІЮ СИСТЕМНО- РЕСУРСНОГО УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЧИМИ ПРОЄКТАМИ РОСЛИННИЦТВА

4.1. Структурна схема та алгоритм роботи розробленої системи підтримки прийняття рішень для управління виробничо-технічними ресурсами

На основі розроблених та удосконалених методів та моделей, що представлені у розділі 3 дисертаційної роботи нами розроблено структурну схему системи підтримки прийняття рішень для системно-ресурсного управління ВПР. Вона включає засоби автоматизованої побудови календарних графіків виконання робіт у ВПР та аналізу ефективності використання технічних, людських та матеріальних ресурсів зазначених проєктів.

Система підтримки прийняття рішень для системно-ресурсного управління ВПР складається з таких підсистем (рис. 4.1):

- внесення та зберігання даних;
- формування впорядкованого календарного графіка виконання робіт у ВПР;
- аналізу та звітності щодо використання ресурсів у ВПР.

Підсистема внесення та зберігання даних сформована на базі СУБД Microsoft Access і складається з модулів бази даних:

- технологій формування продукту ВПР;
- сільськогосподарських машин та їх характеристик;
- енергетичних засобів і самохідних машин та їх характеристик.

База даних технологій формування продукту ВПР сформована кортежем з такими атрибутами:

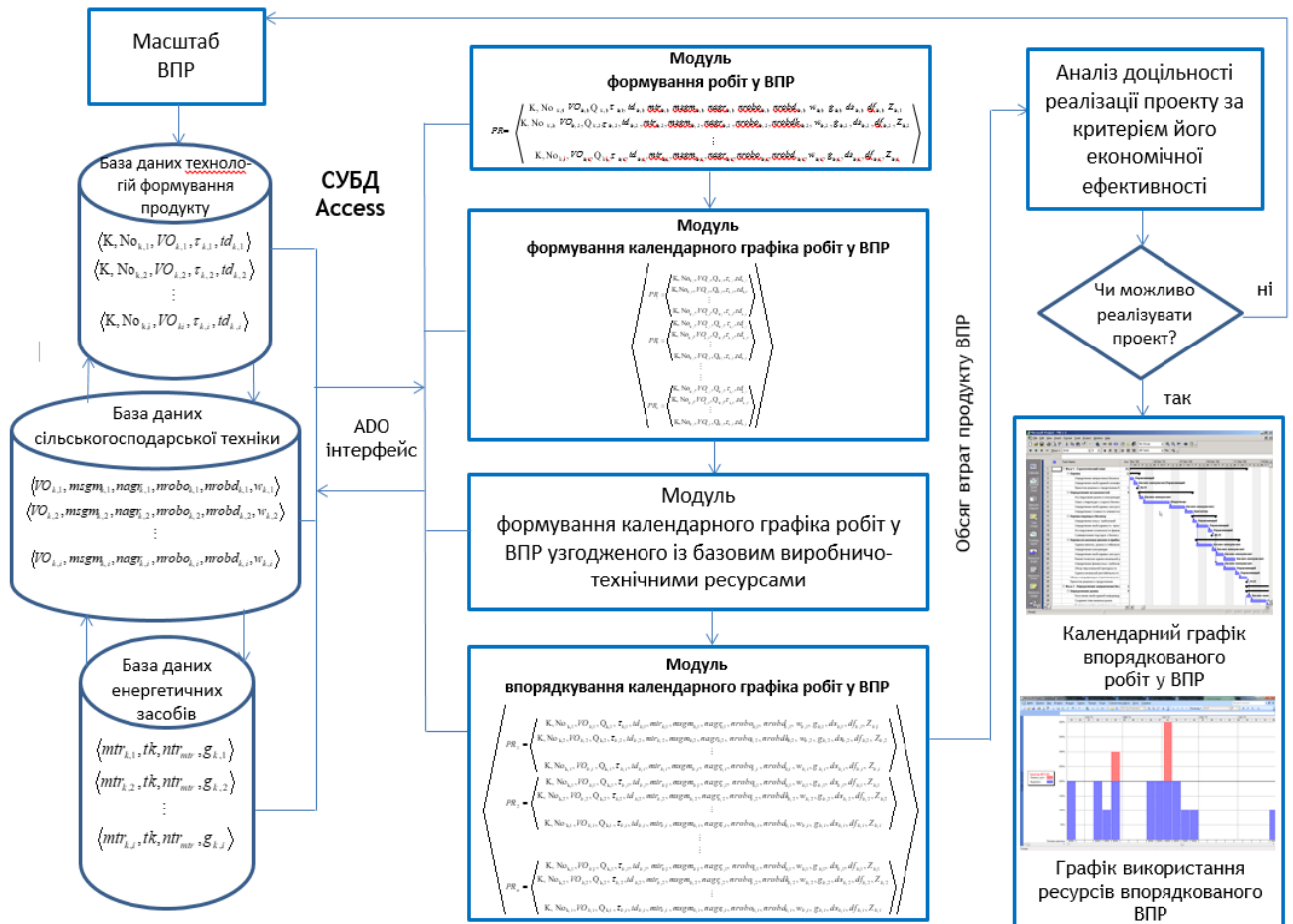


Рис. 4.1. Структурна схема система підтримки прийняття рішень для системно-ресурсного управління ВПР

$$\left\{ \begin{array}{l} \langle K, No_{k,1}, VO_{k,1}, \tau_{k,1}, td_{k,1} \rangle \\ \langle K, No_{k,2}, VO_{k,2}, \tau_{k,2}, td_{k,2} \rangle \\ \langle K, No_{k,3}, VO_{k,3}, \tau_{k,3}, td_{k,3} \rangle, \\ \vdots \\ \langle K, No_{k,i}, VO_{k,i}, \tau_{k,i}, td_{k,i} \rangle \end{array} \right. \quad (4.1)$$

де K – вид сільськогосподарської культури; $No_{k,i}$ – порядковий номер роботи; i – вид роботи; $VO_{k,i}$ – обсяг i -ї роботи; $\tau_{k,i}$ – агротехнічно-зумовлений час початку i -ї роботи; $td_{k,i}$ – агротехнічно допустима тривалість i -ї роботи.

окремої марки та самохідних машин, які доступні для реалізації ВПР, $g_{k,i}$ – питома витрата палива енергетичним засобом чи самохідною машиною.

Підсистема внесення та зберігання даних з'єднується з підсистемою формування впорядкованого календарного графіка виконання робіт у ВПР за допомогою інтерфейсу доступу до даних ADO (*ActiveX Data Objects*), який забезпечує зворотній зв'язок між підсистемами системи підтримки прийняття рішень для системно-ресурсного управління ВПР.

Підсистема формування впорядкованого календарного графіка виконання робіт у ВПР створена на базі мови програмування *Object Pascal* в середовищі *Delphi XE* і складається з чотирьох виконавчих модулів:

- формування регламенту робіт у ВПР;
- вибору технічних засобів;
- розрахунку календарного графіка робіт у ВПР;
- впорядкування календарного графіка робіт у ВПР.

За допомогою модуля формування регламенту робіт у ВПР забезпечується формування кортежу робіт для кожного окремого їх блоку для заданої технології формування продукту ВПР із врахуванням масштабу зазначених проєктів. Водночас для кожної роботи системою підтримки прийняття рішень підбирається оптимальний склад виробничо-технічних ресурсів.

Модуль вибору технічних засобів системи підтримки прийняття рішень для системно-ресурсного управління ВПР здійснює вибір із доступних технічних засобів раціональний склад комплексу техніки (машинно-тракторного агрегату) для кожної роботи у зазначеному проєкті. Формування календарного графіка робіт у ВПР забезпечує побудову їх календарного графіка на основі агротехнічно-допустимих часу початку та тривалості заданих робіт. Дані для виконання цього етапу беруться з бази даних технологій формування продукту ВПР.

Модуль розрахунку календарного графіка робіт у ВПР формує календарний графік проєкту на основі агротехнічно-допустимих часу початку

та тривалості робіт, дані для якого беруться з бази даних технологій формування продукту ВПР. Він забезпечує впорядкування виробничо-технічних ресурсів між роботами проекту відносно заданих обсягів робіт.

Модуль впорядкування календарного графіка робіт у ВПР забезпечує узгодження наявних виробничо-технічних ресурсів у зазначених проектах. При цьому виконується перерозподіл ресурси між роботами на основі пріоритетів і визначається загальний обсяг очікуваних втрат продукту ВПР від несвоєчасного виконання робіт у цих проектах.

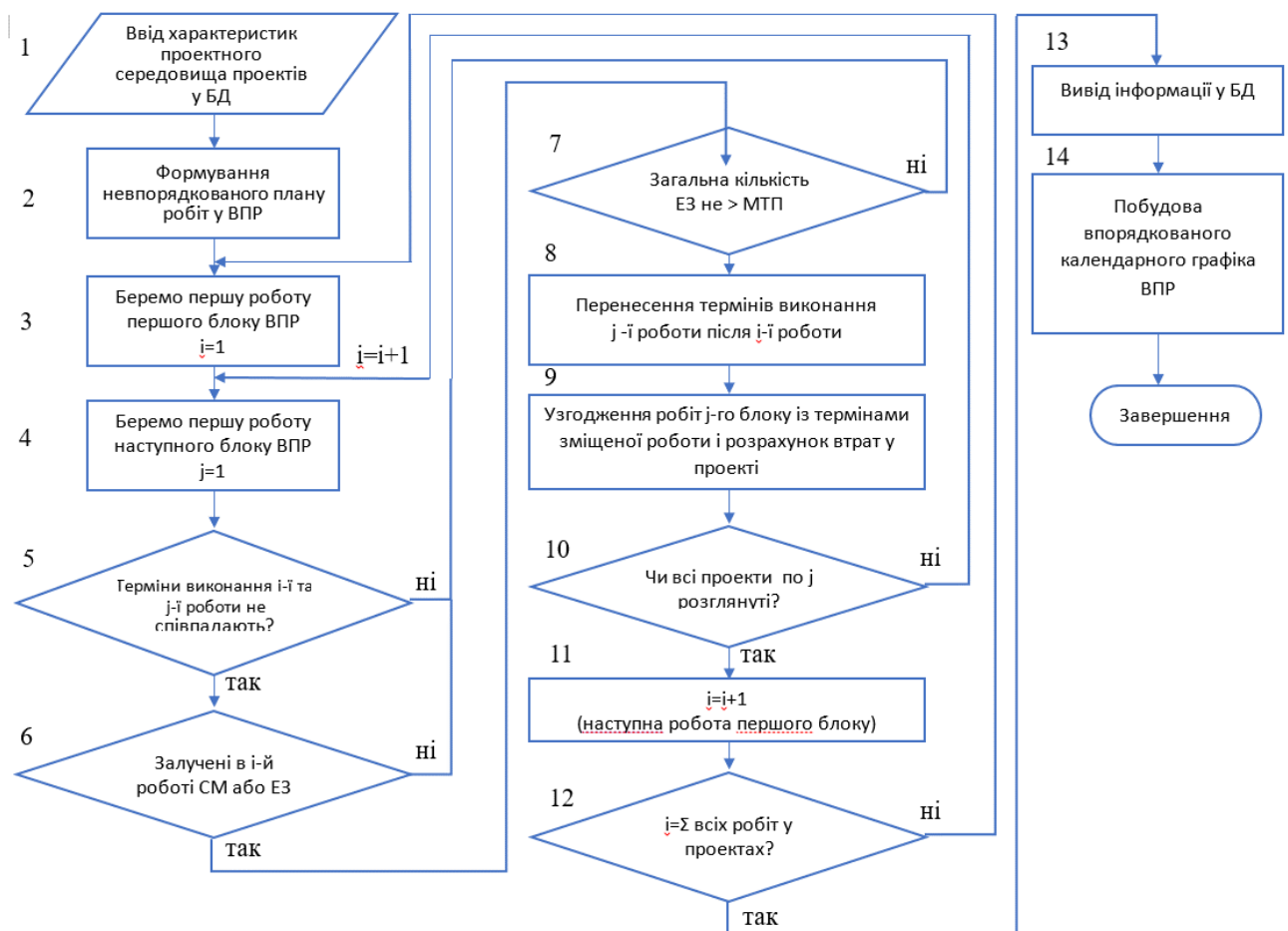


Рис. 4.2. Алгоритм роботи системи підтримки прийняття рішень для системно-ресурсного управління ВПР

Загальний обсяг втрат продукту ВПР є основою для аналізу доцільності реалізації зазначеного проекту за критерієм його економічної ефективності. При цьому, у випадку недоцільності виконання ВПР за даних характеристик

проектного середовища, масштабів та доступних ресурсів здійснюється його коригування і повторне моделювання.

У випадку одержання узгодженого із проектним середовищем та ресурсами ВПР, за допомогою системи *MS Office Project* виконується графічна побудова календарного графіка, одержаного за допомогою система підтримки прийняття рішень для системно-ресурсного управління ВПР, впорядкованого проекту та графіків використання ресурсів у ньому. Це дає змогу проектному менеджеру ефективно проаналізувати використання наявних виробничо-технічних ресурсів під час виконання ВПР та за необхідності залучити додаткові ресурси для уникнення втрат продукту у ньому.

Розроблена система підтримки прийняття рішень для системно-ресурсного управління ВПР дозволяє виконувати такі управлінські задачі:

- структурувати, фіксувати склад і характеристики робіт, ресурсів, доходів і витрат для формування бюджету ВПР;
- розподіляти технічне оснащення (машинно-тракторні агрегати та трактори) за видами робіт і об'єктами виконання робіт (сільськогосподарськими культурами) на окремих земельних ресурсах (полях) з урахуванням втрат продукту проекту через несвоєчасне виконання робіт;
- здійснювати планування та контроль за витратами матеріальних ресурсів (палива, добрив, пестицидів тощо) під час виконання робіт у ВПР;
- визначати роботи ВПР, а також відповідне технічне оснащення (машинно-тракторні агрегати), які спричиняють значні втрати продукту у проекті через несвоєчасне виконання робіт;
- обґрунтувати блоки робіт у ВПР, які забезпечує підвищення ефективності виробництва за рахунок зменшення втрат продукту у проекті через несвоєчасне виконання робіт.
- розробляти календарний графік виконання робіт у ВПР з обліком обмежень на використання наявних технічних ресурсів;
- аналізувати ризики та визначати необхідні резерви технічного оснащення (машинно-тракторних агрегатів) для надійної реалізації ВПР;

- визначити очікувані втрати продукту ВПР через порушення директивних показників (агротехнічних термінів виконання робіт) за прогнозованого проєктного середовища;
- отримувати потрібну звітність щодо реалізації ВПР.

4.2. Результати обґрунтування бази даних для управління ресурсами у виробничих проєктах рослинництва

База даних, яка стосується технологій формування продукту ВПР сформована із технологічних карт, які наявні у ННДЦ ЛНАУ. У них відображені основні технологічні регламенти на виконання робіт, які стосуються окремих сільськогосподарських культур. Для прикладу покажемо базу даних, яка стосується виробництва озимої пшениці (табл. 4.1), яка складається з таких основних полів:

Таблиця 4.1. Приклад бази даних, яка стосується технологій формування продукту ВПР

Озима пшениця					
Key1	Вид роботи	Обсяг роботи	Час початку роботи	Допустима тривалість роботи	Коефіцієнт втрат
1	Лущення	50	243	5	0,0048

- ключове поле (Key 1);
- поле «Вид роботи», де зазначено назву теологічної операції;
- поле «Обсяг роботи», яке зазначає обсяг роботи в гектарах для даної культури;
- поле «Час початку роботи» містить порядковий номер календарного дня початку даної роботи;

- поле «Допустима тривалість» містить агротехнічно допустиму тривалість виконання роботи;
- поле «Коефіцієнт втрат» містить кількісне значення коефіцієнта, що визначає обсяг втрат продукту проекту внаслідок несвоєчасного виконання даної роботи. Кількісне значення зазначених коефіцієнтів отримано із нормативних документів [53].

Наступною є формування бази даних сільськогосподарських машин, яка містить такі основні поля (табл. 4.2):

- два ключові поля «Key1» і «LinkKey» для зв'язку з іншими таблицями бази даних;
- поле «Тяговий клас», яке визначає необхідний тяговий клас енергетичного засобу для приводу даної сільськогосподарської машини;
- поле «Вид роботи», яке визначає вид роботи, що може виконувати задане технічне оснащення;
- поле «Марка» містить марку заданого технічного оснащення;
- поле «Кількість» містить кількість технічного оснащення даної марки які знаходяться в парку сільськогосподарських машин досліджуваного підприємства.

Таблиця 4.2. Приклад бази даних сільськогосподарських машин

Сільськогосподарські машини								
Key 1	Link Key	Тяговий клас	Вид роботи	Марка	Кількість	Змінна продуктивність	Кількість основних виконавців	Кількість допоміжних виконавців
2	0	4	Культиваци я	КПС-4	1	18,6	1	0

Поле «Змінна продуктивність» містить значення змінної продуктивності (га/зм) технічного оснащення (машино-тракторного агрегату) сформованого з окремою сільськогосподарською машиною. Кількісне значення отримане емпіричним шляхом внаслідок дослідження і обробки статистичних даних

дорожніх листів окремого сільськогосподарського підприємства, а саме добової продуктивності і витрати палива під час виконання відповідної роботи.

Поля «Кількість основних виконавців» та «Кількість допоміжних виконавців» містять відповідно кількісні значення потреби у основних та допоміжних виконавцях, які залучені під час роботи технічного оснащення (машино-тракторного агрегату) із використання заданих марок сільськогосподарських машин.

База даних про енергетичні засоби і самохідні машини містить такі основні поля, які представлено у табл. 4.3.

Таблиця 4.3. Приклад бази даних енергетичних засобів та самохідних машин

Енергетичні засоби та самохідні машини				
LinkTK	Тяговий клас	Марка трактора	Кількість	Питома витрата палива
3	3	MT3-80	5	100

Формування бази даних енергетичних засобів та самохідних машин передбачає заповнення таких полів (табл. 4.3):

- ключове поле «LinkTK»;
- поле «Тяговий клас», яке визначає тяговий клас енергетичного засобу для приводу окремої сільськогосподарської машини;
- поле «Марка трактора» містить марку енергетичного засобу;
- поле «Питома витрата палива» – відображає кількісне значення питомої витрати палива заданим енергетичним засобом.

4.3. Результати ідентифікації кліматичної складової проєктного середовища та дослідження її впливу на тривалість виконання робіт у виробничих проєктах рослинництва

Під час календарного планування робіт у ВПР необхідно враховувати вплив природно-кліматичних та агрометеорологічних факторів на тривалість

виконання робіт. Тому для кожної природно-кліматичної зони потрібно визначати декадні коефіцієнти погодності для періоду виконання робіт у ВПР.

На підставі використання удосконаленого методу ідентифікації кліматичної складової проєктного середовища ВПР, що представлений у п. 3.5 цієї роботи, нами виконано прогнозування кількісного значення коефіцієнта погодності $K_{пj}$ для кожної j -ої декади, а також його впливу на використання окремих ресурсів у зазначених проєктах. Дослідження проведено для умов Жовківського району Львівської області, де розташовано ННДЦ ЛНАУ. Опрацювання сформованих рядів емпіричних даних за допомогою методів математичної статистики дало змогу встановити статистичні характеристики розподілів випадкових величин кількості погожих днів у окремих декадах календарного року, а саме: математичне сподівання, дисперсію, середньоквадратичне відхилення та коефіцієнт варіації.

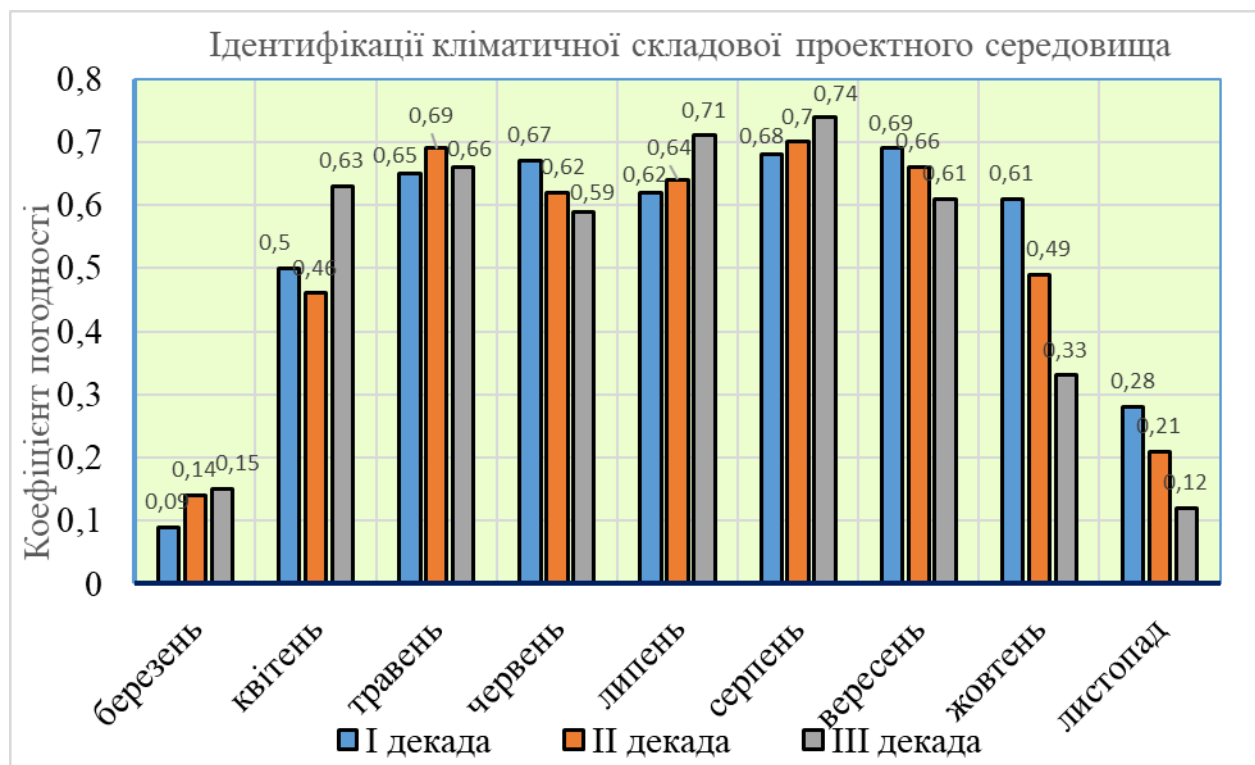


Рис. 4.3. Тенденції зміни коефіцієнтів погодності

Визначення коефіцієнта погодності за даними багаторічних спостережень метеорологічних станцій потребує виконання значного обсягу розрахунків.

Тому для автоматизації цього процесу розроблено алгоритм розрахунку декадного коефіцієнта погодності із використанням середовища Excel.

На підставі проведених розрахунків отримано тенденції зміни коефіцієнтів погодності, які визначені для періоду з березня по листопад за даними метеорологічних спостережень, які представлено на рис. 4.3.

Впродовж періоду виконання робіт у ВПР коефіцієнт погодності може коливатися в значних межах, що свідчить про суттєву мінливість погодних умов. Коефіцієнт погодності коливається в діапазоні від 0,09 до 0,74. Найменшого значення він досягає у першій декаді березня та третій декаді листопада, а максимального значення в третій декаді серпня.

Визначені декадні коефіцієнти погодності для умов західного Полісся можуть бути використані для планування робіт у ВПР, що дасть змогу підвищити точність планування та уникнути значних втрат продукту зазначеного проекту.

Також нами досліджено вплив кліматичної складової проектного середовища на тривалість виконання робіт у ВПР. Отримані результати представлено на рис. 4.4.

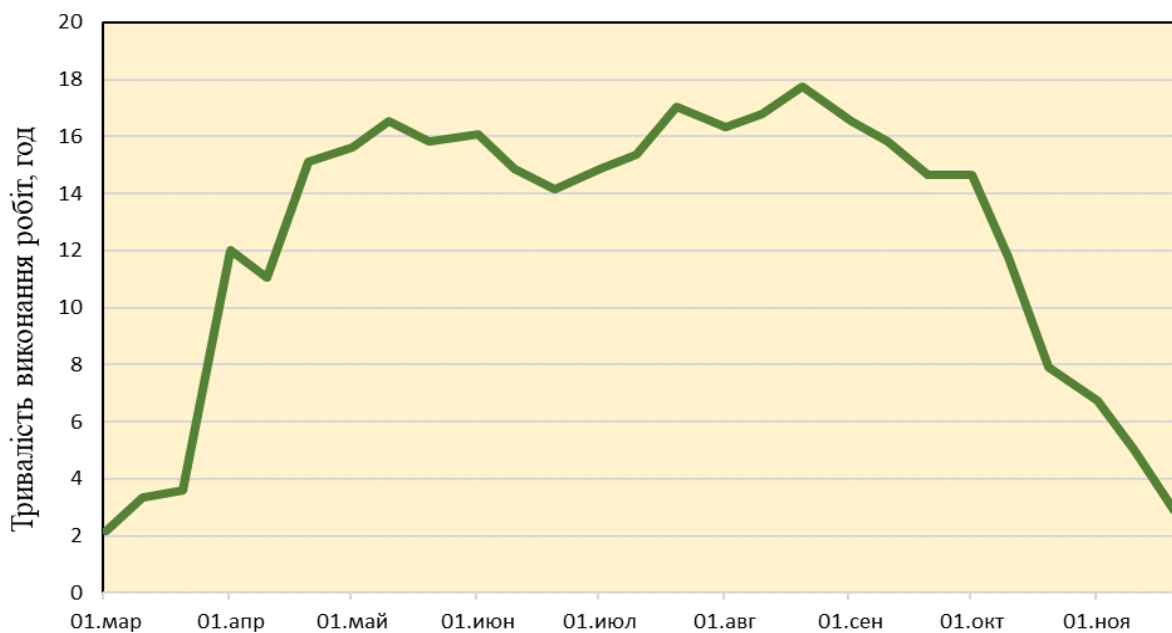


Рис. 4.4. Тенденції зміни кліматично зумовленої тривалості виконання робіт у ВПР

На підставі отриманої тенденції зміни кліматично зумовленої тривалості виконання робіт у ВПР (рис. 4.4) можна стверджувати, що зазначена тривалість коливається у значних межах – від 2,16 годин (I декада березня) до 17,76 год (III декада серпня). Саме врахування кліматично зумовленої тривалості виконання робіт у ВПР лежить в основі якісного планування зазначених проєктів та визначення потреби у виробничо-технічних ресурсах для їх реалізації.

В цілому можна зазначити, що виконання аналізу статистичних даних районованих агрометеорологічних станцій та доступності виробничо-технічних ресурсів у ВПР із врахуванням мінливих складових проєктного середовища дасть можливість адекватно визначення показники несвоєчасно виконаних робіт за заданих ресурсів. На відміну від існуючих підходів, саме цей значною мірою враховує вплив мінливих складових проєктного середовища на якість отриманих знань щодо директивних термінів виконання робіт, що забезпечує точне визначення втрат продуктів зазначених проєктів.

4.4. Результати обґрунтування моделей використання технічних ресурсів під час реалізації виробничих проєктів рослинництва

Нами здійснено обґрунтування показників використання технічних ресурсів під час реалізації ВПР в умовах ННДЦ ЛНАУ на підставі моделювання із врахуванням тенденцій зміни кліматично зумовленої тривалості виконання робіт у зазначених проєктах. Для візуалізації отриманих даних щодо продуктивності технічного оснащення, яке використовується у ВПР, нами використано бібліотеки `matplotlib`, `numpy` та `scipy` мови програмування Python 3.8. Для прикладу покажемо результати обґрунтування розподілу продуктивності агрегату МТЗ-82+КПС-4, функція та густина розподілу якого подана на рис. 4.5.

На підставі проведених досліджень встановлено, що розподіл продуктивності технічного оснащення (агрегату МТЗ-82+КПС-4) із врахуванням впливу кліматичної складової ВПР (рис. 4.5), має такі статистичні характеристики:

- математичне сподівання – $M(W_{\text{МТЗ-82+КПС-4}}) = 11,9 \text{ га / зміню}$;
- середньоквадратичне відхилення $\sigma(W_{\text{МТЗ-82+КПС-4}}) = 6,3 \text{ га / зміню}$;
- коефіцієнт варіації $v(W_{\text{МТЗ-82+КПС-4}}) = 0,52$.

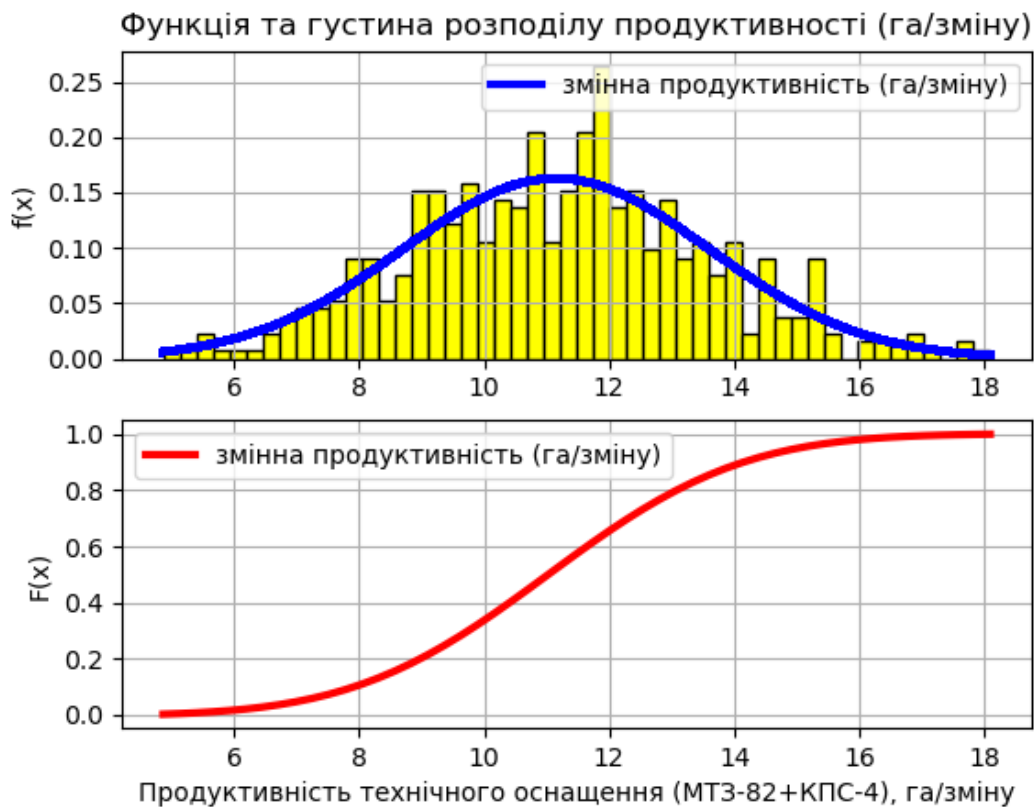


Рис. 4.5. Густина та функція розподілу продуктивності технічного оснащення (агрегату МТЗ-82+КПС-4) із врахуванням впливу кліматичної складової ВПР, га/зміну

Густина та функція розподілу продуктивності технічного оснащення (агрегату МТЗ-82+КПС-4) із врахуванням впливу кліматичної складової ВПР описуються рівняннями:

$$f(W_{MT3-82+KPC-4}) = 0,063 \cdot \exp\left[-\frac{(W_{MT3-82+KPC-4} - 5,1)^2}{79,4}\right], \quad (4.1)$$

$$F(W_{MT3-82+KPC-4}) = 0,063 \cdot \int_{-\infty}^{\infty} \exp\left[-\frac{(W_{MT3-82+KPC-4} - 5,1)^2}{79,4}\right] dW_{MT3-82+KPC-4}, \quad (4.2)$$

Отримані результати оцінення ризику продуктивності технічного оснащення (агрегату МТЗ-82+КПС-4) із врахуванням впливу кліматичної складової ВПР в табл. 4.4.

Таблиця 4.4. Результати оцінення ризику продуктивності технічного оснащення (агрегату МТЗ-82+КПС-4), зумовленого впливом кліматичної складової ВПР

Задане кількісне значення продуктивності технічного оснащення, га/зміну	Ймовірність отримання заданого кількісного значення продуктивності технічного	Ризик неотримання заданої продуктивності технічного оснащення
6	0,996	мінімальний
8	0,891	мінімальний
10	0,654	допустимий
12	0,372	допустимий
14	0,167	високий
16	0,093	критичний
18	0,0	критичний

На підставі відомих досліджень [147; 82; 112], прийнято що:

- $R(W_v) = 0 \div 0,2$ – мінімальний ризик;
- $R(W_v) = 0,2 \div 0,5$ – допустимий ризик;
- $R(W_v) = 0,5 \div 0,8$ – високий ризик;

➤ $R(W_v) = 0,8 \div 1,0$ – критичний ризик.

На підставі виконаного аналізу результатів оцінення продуктивності технічного оснащення (агрегату МТЗ-82+КПС-4) із врахуванням впливу кліматичної складової ВПР (рис. 4.5), побудовано гістограму зміни ризику прийнятої продуктивності під час планування виконання робіт, яка представлена на рис. 4.6.

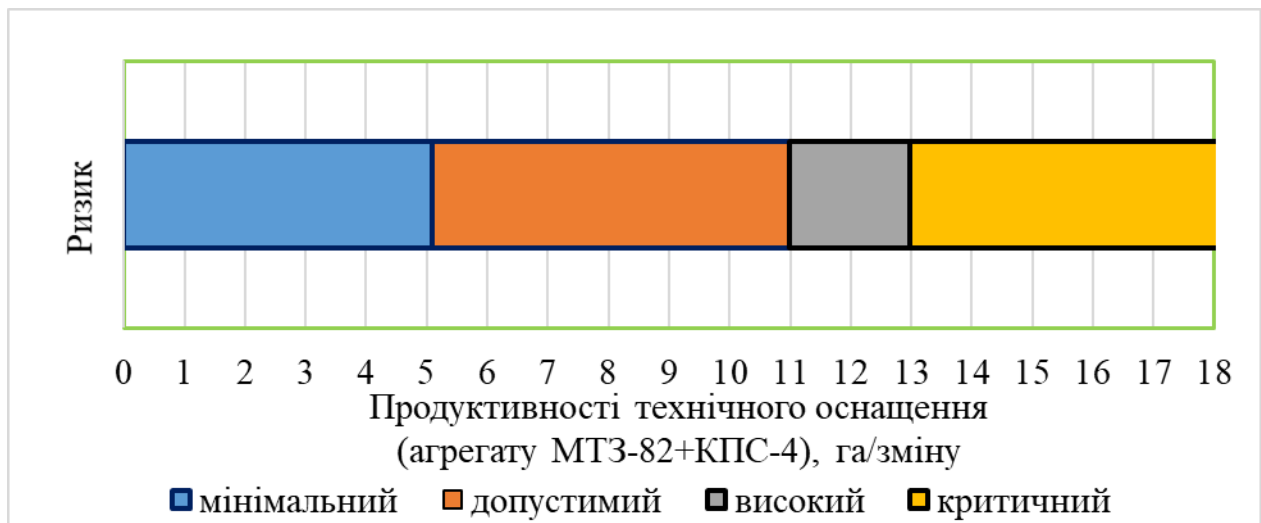


Рис. 4.6. Гістограма зміни ризику планової продуктивності технічного оснащення (агрегату МТЗ-82+КПС-4) для заданого проектного середовища (умов ННДЦ ЛНАУ)

На підставі гістограми зміни ризику планової продуктивності технічного оснащення (агрегату МТЗ-82+КПС-4) для заданого проектного середовища (умов ННДЦ ЛНАУ) можна стверджувати, що допустимий ризик прийнятої продуктивності під час планування виконання робіт зазначеним технічним оснащенням забезпечується в межах 5,11...11,0 га/зміну.

Отримані результати дослідження впливу кліматичної складової проектного середовища ВПР на продуктивність технічного оснащення лежать в основі якісного планування виконання окремих блоків робіт із врахуванням ризику, що зумовлює несвоєчасне їх виконання та відповідно втрати продукту зазначеного проекту.

4.5. Результати моделювання та обґрунтування потреби у ресурсах для реалізації виробничих проєктів рослинництва

Нами здійснено апробацію розробленої системи підтримки прийняття рішень для системно-ресурсного управління ВПР та аналіз використання виробничо-технічних ресурсів при різних сценаріях їх виконання. Зокрема, було розглянути три сценарії планування ВПР, які передбачають формування складу виробничо-технічних ресурсів за:

1. плановим масштабом ВПР та обсягами виконання робіт у них;
2. плановим масштабом ВПР, обсягами виконання робіт та їх впорядкування завдяки виявленню видів технічних ресурсів, які одночасно застосовуються у різних блоках робіт та відповідно зміщення терміну виконання цих робіт із врахуванням пріоритетів блоків робіт;
3. плановим масштабом ВПР, обсягами виконання робіт, їх впорядкування, зміною масштабів зазначених проєктів та залученню додаткових ресурсів.

Базовим масштабом ВПР прийнято умови ННДЦ ЛНАУ, який планує на наявних земельних ресурсах вирощувати такі сільськогосподарські культури:

1. Озимий ріпак на площі 172 га;
2. Жито на площі 40 га;
3. Озимий ячмінь на площі 51 га;
4. Озима пшениця на площі 225 га;
5. Ярий ячмінь на площі 32 га;
6. Овес на площі 14 га;
7. Соя на площі 32 га.

Робочі вікна розробленої системи підтримки прийняття рішень для системно-ресурсного управління ВПР показано на рис. 4.7.

У результаті проведеного моделювання було отримано фактичні тривалості виконання робіт у ВПР та обсяг втрат продукту за окремими виконаними роботами. Ці дані далі заносилися в систему MS Project, де на їх

основі було побудовано графіки використання кожного із ресурсів та календарний графік виконання робіт у проєкті (Діаграма Ганта).

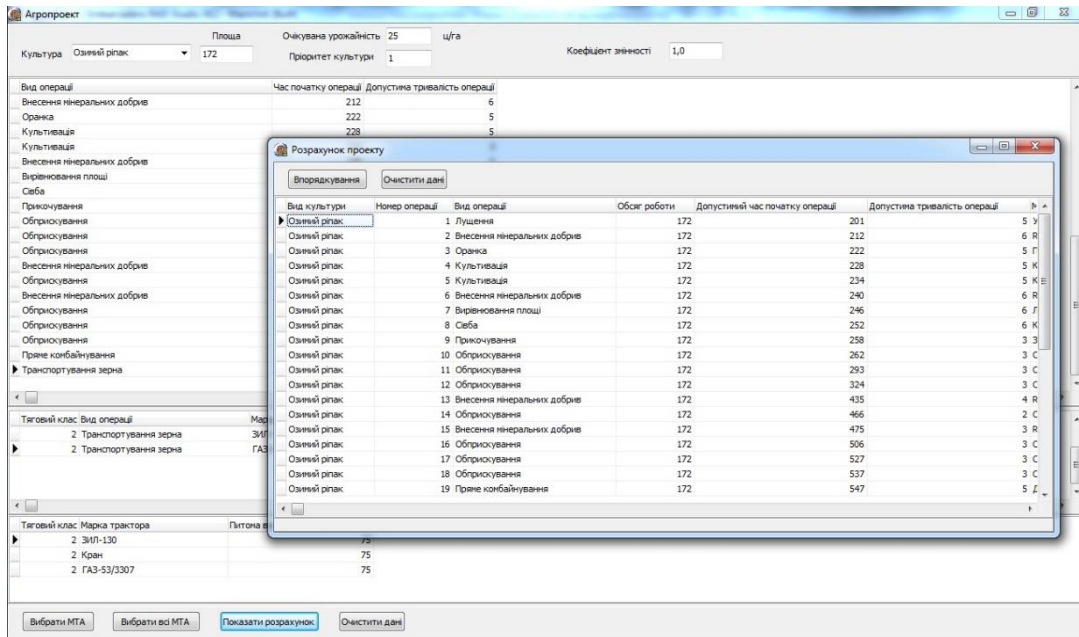


Рис. 4.7. Робочі вікна системи підтримки прийняття рішень для системно-ресурсного управління ВПР

Після цього проведено аналіз графіків використання кожного із ресурсів, відносно яких спостерігається перевищення доступності (див. дод. Е). На рис. В.1 показано графік використання культиваторів КПС-3 та КПС-4 в період перевищення доступності під час виконання ВПР. Аналізуючи цей графік можна сказати, що перевищення доступності ресурсу в серпні та жовтні. Це пояснюється проведенням саме в цей період осінньо-польових робіт у всіх культурах, що входять до складу ВПР. Уникнути перевантаження можливо шляхом зміщення графіку робіт або залученням додаткового культиватора у необхідний період.

На рис. Е.2. (див. дод. Е) показано графік використання сівалки КСМ-4 в період перевищення доступності під час виконання ВПР. Аналізуючи даний графік також бачимо перевищення доступності під час виконання сівби. Цей блок робіт також проводиться для озимих культур із першої до третьої декади вересня і в дуже короткі агротехнічно-допустимі терміни, тому щоб уникнути

перевантаження сівалок рекомендується залучення додаткового технічного оснащення.

Також спостерігається перевищення доступності розкидача мінеральних добрив Rodger, який інтенсивно використовується в період внесення мінеральних добрив і підживлення посівів (березень-квітень), а також значне перевищення доступності (на дві одиниці) оприскувачів ОП-2000 (рис. Е.3, див. дод. В), які інтенсивно використовуються в період догляду за посівами з квітня по червень. Саме цей блок робіт також має дуже обмежений дозволений термін виконання та значною мірою залежить від кліматичних умов під час його виконання, тому значне зміщення терміну виконання цих робіт є неможливим.

На рис. Е.4 (див. дод. Е) показано графік використання трактора МТЗ-80 в період перевищення доступності. Аналізуючи даний графік можна виділити перевищення доступності ресурсу в кінці вересня. Це пояснюється проведенням осінньо-польових по всіх культурах ВПР саме у цей період. Уникнути перевантаження можливо шляхом зміщення графіку виконання робіт або залучення додаткових енергетичних засобів в необхідний період.

Таблиця 4.5. Результати прогнозування втрат продукту ВПР внаслідок несвоєчасного виконання робіт (за сценарієм 1)

№ з/п	Назва культури	Загальна площа, га	Загальний обсяг втрат продукту, ц	Валовий збір врожаю, ц	Ринкова вартість продукту, \$/тону*	Загальний обсяг втрат продукту в грошовому еквіваленті, \$*
1	2	3	4	5	6	7
1	Озимий ріпак	172	226	4300	340,4	7694
2	Жито	40	0	1720	255,3	0
3	Озимий ячмінь	51	19	1690	265,5	505

Продовження табл. 4.5.

1	2	3	4	5	6	7
4	Озима пшениця	225	1909	10604	272,3	51990
5	Ярий ячмінь	33	342	988	265,5	9081
6	Овес	14	0	355	170,2	0
7	Соя	35	0	455	706,4	0
Всього						69269

*Ринкові ціни України станом на 2014 рік в доларах США

На рис. Е.5 (див. дод. Е) показано графік використання зернозбирального комбайна «Дніпро» в період перевищення доступності під час виконання ВПР. Аналізуючи цей графік також бачимо перевищення доступності під час збирання врожаю, але оскільки зміщення графіку виконання робіт під час збирання врожаю не є завжди можливим, то без залучення додаткових комбайнів, перевантаження даного ресурсу уникнути буде не можливо.

Внаслідок проведеного моделювання отримано значення загальних обсягів втрат продукту ВПР внаслідок несвоєчасного виконання робіт за першим сценарієм (плановим масштабом ВПР та обсягами виконання робіт у них) реалізації зазначеного проєкту (табл. 4.5).

Таблиця 4.6. Результати обґрунтування потреби додаткових ресурсах, що необхідні задля уникнення втрат продукту ВПР (за сценарієм 3)

№ з\п	Назва блоку робіт	Необхідно додатково залучити		Разом, \$*
		Марка технічного засобу	Ринкова вартість за одиницю, \$*	
1	2	3	4	5
1	Обприскування	ОП-2000	12681	29532
		МТЗ-82	16851	

1	2	3	4	5
2	Внесення мінеральних добрив	МВУ-6	5021	21872
		МТЗ-82	16851	
3	Сівба	Червона зірка ASTRA 3,6Т	15728	32579
		МТЗ-82	16851	
4	Збирання врожаю	Дніпро-350	49950	49950
Всього				133933

*Ринкові ціни України станом на 2014 рік в доларах США

Щоб уникнути втрат продукту внаслідок несвоєчасного виконання робіт у ВПР необхідно додатково залучити до виконання даного проєкту окремі види ресурсів, характеристики та бюджет для їх придбання подано у табл. 4.6.

На підставі моделювання та проведення відповідних розрахунків нами здійснено кількісне оцінення стохастичних характеристик вартості втрат продукту ВПР за різних сценаріїв їх реалізації (табл. 4.7).

Таблиця 4.7. Характеристики вартості втрат продукту ВПР за різних сценаріїв їх реалізації, тис. \$

Показник	Сценарій		
	I	II	III
Математичне сподівання вартості втрат продукту	69,269	46,23	21,23
Середньоквадратичне відхилення ринкової вартості втрат продукту	20,1	16,4	8,45

На підставі встановлених характеристик вартості втрат продукту ВПР за різних сценаріїв їх реалізації (табл. 4.7) та їх візуалізації на мові програмування

[Python](#) 3.8 із використанням бібліотек *matplotlib*, *numpy* та *scipy* виконано побудову розподілів вартості втрат продукту ВПР за трьох вище означених сценаріїв їх реалізації (рис. 4.8).

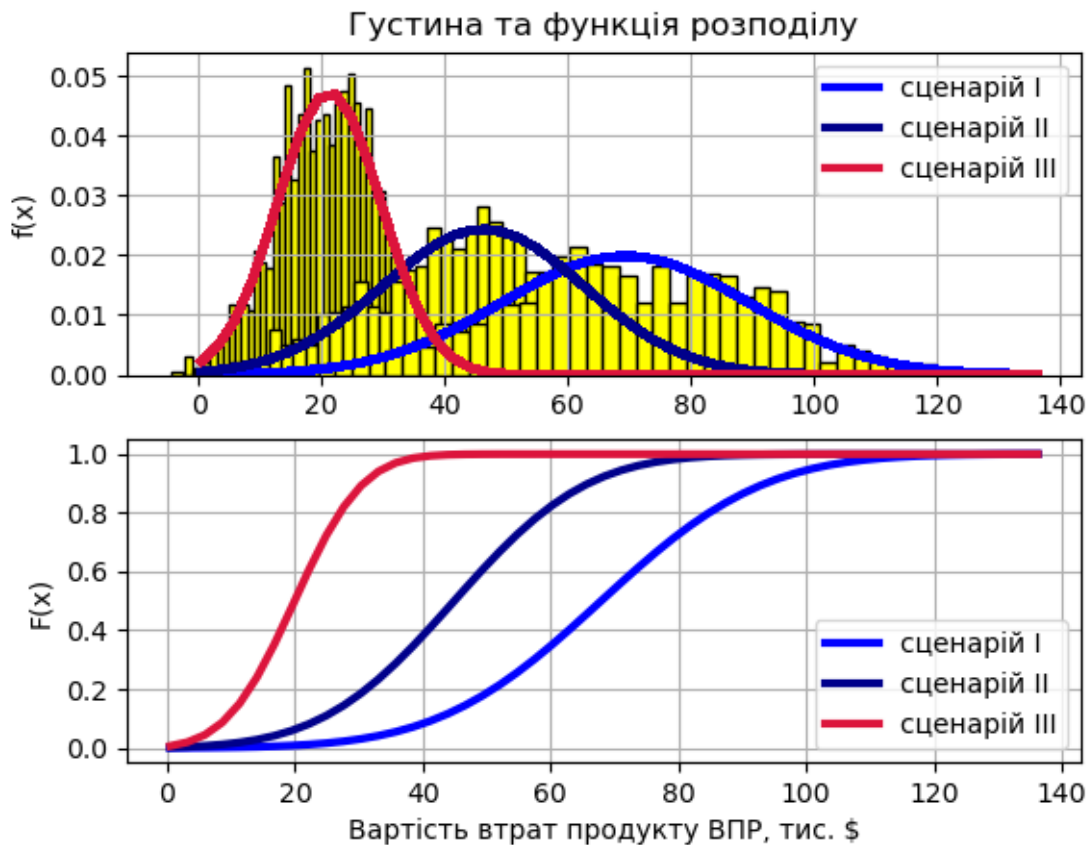


Рис. 4.8. Густина та функція розподілів вартості втрат продукту ВПР за різних сценаріїв їх реалізації

Отримані густини та функції розподілів вартості втрат продукту ВПР свідчать про те, що формування виробничо-технічних ресурсів за плановим масштабом ВПР, обсягами виконання робіт, їх впорядкування, зміною масштабів зазначених проєктів та залученню додаткових ресурсів дає можливість підвищити ефективність управління ресурсами у зазначених проєктах.

4.6. Висновки до розділу 4

1. Запропоновані структурна схема та алгоритм роботи розробленої системи підтримки прийняття рішень для управління виробничо-технічними ресурсами, яка складається з двох підсистем зберігання даних та формування впорядкованого календарного графіка виконання робіт, дозволяють ефективно аналізувати використання наявних виробничо-технічних ресурсів під час виконання робіт та за необхідності залучити додаткові ресурси для уникнення втрат продукту проєктів внаслідок несвоєчасного виконання робіт, що в свою чергу лежить в основі пришвидшення та забезпечення якісного прийняття управлінських рішень.

2. Обґрунтована база даних та знань, а також розроблений практичний інструментарій системно-ресурсного управління ресурсами у виробничих проєктах рослинництва базуються на розробленій системно-ресурсній концепції управління виробничими проєктами, моделей і методах, які входять до управлінського інструментарію.

3. Сформована база даних для управління ресурсами у виробничих проєктах рослинництва дозволить впорядкувати доступні земельні, технічні та людські ресурси та встановити потрібні знання для подальшого моделювання проєктів за допомогою розробленої системи підтримки прийняття рішень для системно-ресурсного управління зазначеними проєктами.

4. На підставі обґрунтованої моделі зміни ризику планової продуктивності технічного оснащення (агрегату МТЗ-82+КПС-4) для заданого проєктного середовища (умов ННДЦ ЛНАУ) можна стверджувати, що допустимий ризик прийнятої продуктивності під час планування виконання робіт зазначеним технічним оснащенням забезпечується в межах 5,11...11,0 га/зміну.

5. Отримані результати дослідження впливу кліматичної складової проєктного середовища виробничих проєктів рослинництва на продуктивність технічного оснащення лежать в основі якісного планування виконання окремих

блоків робіт із врахуванням ризику, що зумовлює несвоєчасне їх виконання та відповідно втрати продукту зазначеного проєкту.

6. На підставі використання розробленої системи підтримки прийняття рішень для системно-ресурсного управління виробничими проєктами рослинництва встановлено раціональні типи та особливості використання виробничо-технічних ресурсів у проєктному середовищі навчально-наукового дослідного центру Львівського національного аграрного університету (ННДЦ ЛНАУ). При цьому втрати продуктів зазначених проєктів набувають мінімального значення, що на 69% менше порівняно із базовим сценарієм, який не передбачає впорядкування ресурсів, зміни масштабів проєктів та залучення додаткових ресурсів.

Розроблені методика та засоби системно-ресурсного управління виробничих проєктах рослинництва впроваджено в практику розв'язання управлінських задач щодо підвищення ефективності управління ресурсами у виробничих проєктах рослинництва, що вказує на належну якість розроблених запропонованих засобів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ

На підставі проведених досліджень у дисертаційній роботі розв'язано важливу науково-прикладну задачу підвищення ефективності управління ресурсами у виробничих проєктах рослинництва завдяки розвитку системно-ресурсної концепції та розробленню моделей і методів, які базуються на врахуванні особливостей реалізації зазначених проєктів, їх проєктного середовища та формують інструментарій ініціації та планування зазначених проєктів за обмежених ресурсів.

Основні отримані у дисертаційній роботі наукові, а також практичні результати полягають у наступному:

1. На основі аналізу існуючого стану сільськогосподарського виробництва, а також науки та практики управління проєктами визначено необхідність реалізації виробничих проєктів рослинництва, що вимагає розроблення нових та вдосконалення існуючих моделей, методів та інструментальних засобів системно-ризикового управління ними.

2. Запропонована системно-ресурсна концепція управління виробничими проєктами рослинництва базується на системному розкритті взаємозв'язків між виконанням робіт та ресурсами, а також впливу на них мінливих виробничих та кліматичних складових проєктного середовища, що лежить в основі визначення показників використання ресурсів та ризику втрат продукту проєкту, а також забезпечує створення якісного інструментарію для управління ресурсами виробничих проєктів під час їх ініціації та планування.

3. Розроблені метод управління виробничо-технічними ресурсами у виробничих проєктах рослинництва та модель вибору раціональних типів ресурсів для виконання робіт у цих проєктах базуються на системному аналізі впливу характеристик проєктів (пріоритетів, масштабів, технологій виробництва) та їх мінливого проєктного середовища (виробничих та кліматичних складових), на зміст та час виконання робіт, а також на розробленні та використанні штучних нейронних мереж, що являють собою

п'ятишаровий перцептрон із функцією активації нейрона «жорстка сходинка». Це лежать в основі визначення раціональної потреби у ресурсах, уможлиблює підвищення ефективності реалізації зазначених проєктів та мінімізує втрати їх продукту, а також адекватно забезпечує прогнозування показників ефективності використання ресурсів та вибору з-поміж них раціональних для заданого проєктного середовища.

4. Удосконалені модель прогнозування втрат продукту виробничих проєктах рослинництва та метод ідентифікації кліматичної складової проєктного середовища зазначених проєктів рослинництва і формування бази даних для управління ними передбачають виконання аналізу статистичних даних районуваних агрометеорологічних станцій та доступності виробничо-технічних ресурсів для реалізації проєктів, календарного планування та імітаційного моделювання виконання робіт у проєктах із врахуванням мінливих складових проєктного середовища для кількісного визначення показників несвоєчасно виконаних робіт за заданих ресурсів. На відміну від існуючих вони мірою враховують вплив мінливих складових проєктного середовища на якість отриманих знань щодо директивних термінів виконання робіт, масштаби проєктів, властивості та доступність ресурсів, що забезпечує точне визначення втрат продуктів зазначених проєктів.

5. Обґрунтована база даних та знань, а також розроблений практичний інструментарій системно-ресурсного управління ресурсами у виробничих проєктах рослинництва базуються на розробленій системно-ресурсній концепції управління виробничими проєктами, моделей і методах, які входять до управлінського інструментарію. Обґрунтовані моделі показників використання ресурсів у виробничих проєктах рослинництва для заданого проєктного середовища забезпечили визначення раціональної потреби у ресурсах.

6. На підставі використання розробленої системи підтримки прийняття рішень для системно-ресурсного управління виробничими проєктами рослинництва встановлено раціональні типи та особливості використання

виробничо-технічних ресурсів у проєктному середовищі навчально-наукового дослідного центру Львівського національного аграрного університету (ННДЦ ЛНАУ). При цьому втрати продуктів зазначених проєктів набувають мінімального значення, що на 69% менше порівняно із базовим сценарієм, який не передбачає впорядкування ресурсів, зміни масштабів проєктів та залучення додаткових ресурсів. Розроблені методика та засоби системно-ресурсного управління виробничих проєктах рослинництва впроваджено в практику розв'язання управлінських задач щодо підвищення ефективності управління ресурсами у виробничих проєктах рослинництва, що вказує на належну якість розроблених запропонованих засобів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аньшин В.М. Модели управления портфелем проектов в условиях неопределенности. М.: МАТИ, 2007. 137с.
2. Арчибальд Р. Управление высокотехнологичными программами и проектами. Пер. с англ. М., 2004. 472 с.
3. Арчибальд Рассел. Модели жизненного цикла высокотехнологичных проектов. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://manager.net.ua/content/view/552/52/>
4. Арютов Б.А., Важенин А.Н., Пасин А.В. Методы повышения эффективности механизированных производственных процессов по условиям их функционирования в растениеводстве [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://monographies.ru/ru/book/view?id=81>.
5. Бабаев И.А. Методология управления проектами. Баку: Изд-во «Наука». 2002. 300 с.
6. Баркалов П.С., Буркова И.В., Глаголев А.В., Колпачев. В.Н. Задачи распределения ресурсов в управлении проектами. М.: ИПУ РАН, 2002. 65 с.
7. Беляев В. В., Виноградова Т. А., Журов Г. Н., Косовцева Т. Р. Методы и модели в экономике. *Оптимальное распределение ресурсов. Транспортная задача: программа, методические указания и контрольные задания.* СПб.: Санкт-Петербургский горный ин-т, 2004. 54 с.
8. Блауберг И.В., Юдин Э.Г. Сущность и становление системного подхода. М.: Наука. 1973. 270 с.
9. Бодянский Е.В., Рябова Н.В., Золотухин О.В. Классификация текстовых документов с помощью нечеткой вероятностной нейронной сети Восточно-Европейский журнал передовых технологий. *Научный журнал.* Харьков: Технологический центр. 2011. №6/2 (54). С. 16-18.
10. Бондаренко А. Н. Кацук А.В. Адаптивный двухступенчатый метод классификации изображений. *Научно-теоретический журнал "Искусственный интеллект".* Донецк: ИПИИ. 2006. № 4. С. 676-680.

11. Борян Л.О. Використання пакету Microsoft Project для розрахунків календарних планів виконання робіт в сільському господарстві. *Вісник аграрної науки Причорномор'я. Вип. 2(40)*. Миколаїв: МДАУ. 2007. С. 126-131.
12. Бровкова М.Б. Системы искусственного интеллекта в машиностроении: Учеб. пособие. Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2004. – 119 с.
13. Бурков, В.Н. Новиков Д. А. Как управлять проектами [Текст]: научно-практическое издание. М.: *СИНТЕГ-ГЕО*.1997. 188 с.
14. Бушуев С.Д., Бушуева Н.С., Бабаев И.А. Креативные технологии в управлении проектами и программами. К. 2010. 768 с.
15. Бушуев С.Д., Ярошенко Р.Ф. Креативні моделі як інструмент розвитку складних систем. *Управління розвитком складних систем: зб. наук. праць КНУБА*. К. 2011. Вип. 5. С. 10-12.
16. Бушуева Н.С. Модели и методы проактивного управления программами организационного развития : *Монография*. К.: Наук. Світ. 2007. 200 с.
17. Бушуев С.Д. Развитие систем знаний и технологий управления проектами. Управление проектами. М.: Изд. дом «Гребенникова», 2(2), 2005. С. 18-24.
18. Бушуев С.Д., Бушуева Н. С. Модели и методы стратегического развития организаций от «видения» к реальности. *Управління проектами та розвиток виробництва: зб. наук. пр.* Луганськ: вид-во СНУ ім. В.Даля. 2005. №4. С. 5-12.
19. Вайсман В.А. Модели, методы и механизмы создания и функционирования проектно-управляемой организации: монографія. К. : Наук. Світ. 2009. 146 с.
20. Ванюшкин А.С. Особенности сценарного планирования портфеля проектов. *Управління розвитком складних систем : Зб. наук. праць КНУБА*. К.: 2012. Вип. 10. С. 22-29.
21. Ванюшкин А.С. Проблематика управления портфелями проектов. *Интегрированное стратегическое управление, управление проектами и*

программами развития предприятий и территорий. Харьков. 2013. №1/10 (61). С.46-49.

22. Воропаев В.И. и др. Методические рекомендации по ресурсному анализу календарных планов на основе обобщенных сетевых моделей. М.: ЦНИИЭС. 1990. 86 с.

23. Гогунский В.Д., Руденко С.В. Основные законы проектного менеджмента. *Управління проектами: стан та перспективи. Матеріали Міжнар. Наук. техн. конф.* Миколаїв: НУК. 2008. С. 37-40.

24. Горохов В.Г. Методологический анализ системотехники. М. : Радио и связь.1982. 92 с.

25. Давідіч Н.В., Бугас Д.М., Пан М.П., Чумаченко І.В. Інформаційна технологія визначення комплексного показника якості при виконанні маршрутної поїздки в проектах міського пасажирського транспорту. *Вісник НТУ «ХП»*. Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. 2016. № 1. С. 19-23.

26. Данилова А.С. Проблемы современной экономики [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.meconomy.ru/art.php?nArtId=2730>

27. Данченко О.Б. Огляд сучасних методологій управління ризиками в проектах . *Управління проектами та розвиток виробництва*. 2014, № 1(49). С. 16-25.

28. Докучаев А.В. Математическое моделирование распределения ресурсов в задаче сетевого планирования средствами стохастического динамического программирования: *автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. СамГТУ*. Самара, 2011. 19 с.

29. Дружинин Е.А. Методологические основы риск-ориентированного подхода к управлению ресурсами проектов и программ развития техники. Диссертация на соискание учёной степени доктора технических наук. Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт». Харьков: 2006. 403 с.

30. Дружинин Е.А. Методологические основы риск-ориентированного подхода к управлению ресурсами проектов и программ развития техники: *Дис. д-ра техн. наук: 05.13.22. Национальный аэрокосмический ун-т им. Н.Е.Жуковского «Харьковский авиационный ин-т»*. Х., 2006. 404 с.
31. Егорченкова Н.Ю., Лисицин А.Б. Информационные взаимодействия в процессе управления ресурсами портфелей проектов и программ. *Управление развитием сложных систем*. 2014. Вып. 17. С. 19-23.
32. Зачко О.Б. Інтелектуальне моделювання параметрів продукту інфраструктурного проекту (на прикладі аеропорту «Львів»). *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2013. № 1/10 (61). С. 92–94.
33. Зачко О.Б. Методологічний базис безпеко-орієнтованого управління проектами розвитку складних систем. *Управління розвитком складних систем*. К. : видво КНУБА. 2015. Вып. 23 (1). С. 51–55.
34. Ільченко В.Ю. Експлуатація машино-тракторного парку в аграрному виробництві. Київ : Урожай. 1993. 288 с.
35. Кийко С. Моделирование процессов управления ресурсными потоками проектов. *Вестник Национального технического университета "ХПИ". Серия: Стратегическое управление, управление портфелями, программами и проектами*. 2014. № 2. С. 96-100.
36. Ковалев С.А. Проекты совершенствования и развития деятельности предприятия – инициация и планирование – шаг за шагом [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.betec.ru/index.php?id=6&sid=18>
37. Колесникова Е.В. Моделирование слабо структурированных систем проектного управления. *Тр. Одес. политехн. ун-та*. 2013. № 3 (42). С. 127 – 131.
38. Колесникова Е.В. Развитие теории проектного управления: закон Ю.Л. Воробьева о влиянии риска на успешность портфеля проектов. *Управління розвитком складних систем*. 2014. № 18. С. 62–67.
39. Колодяжный. В.В., Куев А.И. Оптимизация рационального использования ресурсов в фермерском хозяйстве. *Вест. Адыгейского гос. ун-*

та. 2005. Вып. № 1. [Электронный ресурс]: Режим доступа: vestnik.adygnet.ru/files/2005.1/21/kolodyajniy2005_1.pdf.

40. Кононенко И.В., Мироненко В.А. Математическая модель и метод оптимизации содержания проекта с точки зрения времени и стоимости его выполнения. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2010. №2 (43). С. 12–17.

41. Кононенко И.В., Агаи А. Выбор методологии для управления проектом: проблемы и перспективы. *Международная научнопрактическая конференция. Математическое моделирование процессов в экономике и управлении проектами и программами (ММП-2015)*. Харьков: ХНУРЭ, 2015. С. 100-104.

42. Кононенко И.В., Агаи А., Луценко С.Ю. Применение метода синтеза методологии управления проектом при нечетких исходных данных. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий. Процессы управления*. Харьков, 2016. Том. 2. № 3 (80). С. 32 – 39.

43. Кононенко И.В. Харазий А.В. Разработка метода анализа информации для выбора оптимальной методологии управления проектом. *Восточно-европейский журнал передовых технологий*. 1/13(55). 2012. С. 4-7.

44. Кравчук В., Падюка Т., Падюка Р. Концептуальна модель функціонування машинно-тракторного парку сільськогосподарського підприємства. *Техніка і технології АПК*. Дослідницьке. 2014. № 7. С. 7-10.

45. Крап Н.П., Юзевич В.М. Нейронні мережі як засіб управління конфігураціями проектів туристичних потоків. *Управління розвитком складних систем : Зб. наук. праць*. К.: КНУБА. 2013. № 14. С. 37-40.

46. Кучер Л.Ю. Концептуальний підхід до економічного управління інноваційними проектами аграрних підприємств. *Вісник економічної науки України*. 2016. № 2. С. 103–106.

47. Кушнир Д.А. Радиально-базисная нейронная сеть встречного распространения. *Научно-теоретический журнал "Искусственный интеллект"*. Донецк: ИПИИ.2005. № 4. С. 364-370.

48. Либерзон В. Основные отличия пакета Spider Project от западных систем. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.spiderproject.ru/Library/rus/difference.ppt>
49. Матвеев А.А., Новиков Д.А., Цветков А.В. Модели и методы управления портфелями проектов. М.: ПМСОФТ. 2005. 206 с.
50. Методичні положення та норми продуктивності і витрат палива на сівбі, садінні та догляді за посівами. К.: ТОВ «Дорадо-Друк». 2013. 192 с.
51. Методичні положення та норми продуктивності і витрати палива на збиранні сільськогосподарських культур. К.: ТОВ «Дорадо-Друк». 2013. 264 с.
52. Морозов В.В., Чумаченко І. В., Доценко Н.В., Чередніченко А.М. Управління проектами: процеси планування проектних дій: підручник. К.: Університет економіки та права «КРОК». 2014. 673 с.
53. Надвиничний С.А. Економічний розвиток аграрної сфери регіонів України в умовах глобалізації: теорія, методологія, практика : монографія. Тернопіль : *Економічна думка ТНЕУ*. 2018. 344 с.
54. Назимко В.В. Питання побудови системи автоматизованого управління проектом. *Управління розвитком складних систем : Зб. наук. праць*. К.: КНУБА, 2013. № 14. С. 61-67.
55. Нечаев Ю.И. Идентификация нечетких ситуаций с использованием искусственных нейронных сетей и когнитивных структур. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.csa.ru/int/Grants/cai2000.pdf>
56. Нечволода Л.В., Пилипенко К.В. Удосконалення календарного планування виконання ІТ-проекту. *Економічний вісник Донбасу*. № 1(51). 2018. С. 87-91.
57. Ногин В.Д. Принятие решений в многокритериальной среде: количественный поход. М.: *Физматлит*. 2002. 176 с.
58. Основи баз даних: [Навч. посіб.] / І.О. Завадський. К.: Видавець І.О. Завадський, 2011. 192 с. :іл.

59. Павлов Б.В., Пушкарева П.В., Щеглов П.С. Проектирование комплексной механизации сельскохозяйственных предприятий. 2-е изд., перераб. и дополн. Москва : *Колос*. 1982. 288 с.
60. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур: підручник. 5-те вид., виправ., допов. Львів: *НВФ "Українські технології"*. 2020. 806 с.
61. Півень В.В. Індикація ходу робіт проєктів будівництва з допомогою ПП «Microsoft Project» *Містобудування та територіальне планування*. 2009. №32. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/MTP/2009_32/pdf/3246pive.pdf
62. Пітерська В.М. Застосування проєктно-орієнтованого підходу в управлінні інноваційною діяльністю. *Вісник НТУ «ХПИ»*. 2016. № 1 (1173). С. 35–42.
63. Планування проєктів вирощування сільськогосподарських культур на основі статистичного імітаційного моделювання: монографія. В.В. Адамчук, О.В. Сидорчук, П.М. Луб та ін. Ніжин: *Видавець ПП Лисенко М. М.* 2014. 224 с.
64. Присяжнюк О., Плотнікова М. Удосконалення моделі управління аграрними проєктами. *Agricultural and resource economics: international scientific e-journal*. 2017. Vol. 3, № 1. С. 164–172.
65. 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/>.
66. Рач В.А., Коляда А.П., Антонян А.А. Метод инвариантных показателей описания стратегий развития как инструмент формирования портфеля проектов. *Управление проектами и развитие производства: Сб.науч.тр.* Луганск: изд-во ВНУ им. В.Даля. 2009. № 2 (30). С. 91-101.

67. Рач В.А., Медведєва О.М., Россошанська О.В. Управління проектами: практичні аспекти реалізації стратегій регіонального розвитку. Навч. посіб. за ред. В.А. Рача. К. : «К. І. С. ». 2010. 276 с.

68. Руденко С.В. К вопросу оценки результатов природоохранного проекта на основе принципов ценностного подхода. *Проблеми техніки: науково-виробничий журнал*. Одеса : ОНМУ, 2010. № 4. С. 48-59.

69. Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство PMBOK®). Project Management Institute. Шестое издание. 2017. 978с.

70. Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство PMBOK®). Пятое издание. *Американский национальный стандарт ANSI/PMI 99-001-2013*. Project Management Institute, Inc., Four Campus Boulevard, Newtown Square, PA 19073-3299 USA, 614 с.

71. Руководство по управлению инновационными проектами и программами P2M: т. 1, версия 1.2. пер. на рус. язык под ред. С.Д. Бушуева. К. : Наук. Світ, 2009. 173 с.

72. Семко І.Б. Управління портфелями енергетичних проєктів сучасного підприємства в програмному середовищі MS Project [Електронний ресурс]. *Управління розвитком складних систем*. 2011. Вип. 8. Режим доступу: http://archive.nbuiv.gov.ua/portal/natural/Urss/2011_8/50-54.pdf

73. Сидорчук О.В., Тригуба А.М., Панюра Я.Й., Шолудько П.В. Особливості ситуаційного управління змістом та часом виконання робіт у інтегрованих проєктах аграрного виробництва. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2010. № 1/2 (43). С. 46-48.

74. Сидорчук О., Тригуба А., Чабан А., Ковалишин С., Панюра Я., Маланчук О. Організаційні варіанти конфігурації проєктів. *MOTROL Commission of motorization and energetics in agriculture*. Lublin, 2012. Vol. 14, No 4. P. 70-74.

75. Сидорчук О., Тригуба А., Шолудько П. Особливості планування проєктів та програм аграрного виробництва. *Матер. VI-ї Міжн. конф.*

Управління проєктами: стан та перспективи. Миколаїв: НУК, 2010. С.313-316.

76. Сидорчук О.В., Тригуба А.М. Прогнозування потреби у ресурсах для реалізації проєктів. *Розвиток транспорту: Зб. наук. праць Одеського національного морського університету*. 2018. Вип. 1 (2). С. 57-74

77. Сидорчук О.В., Тригуба А.М., Панюра Я.Й., Шолудько П.В. Особливості ситуаційного управління змістом та часом виконання робіт у інтегрованих проєктах аграрного виробництва. *Східно-європейський журнал передових технологій*. 2010. №1/2 (43). С.46-48.

78. Сидорчук О.В., Тригуба А.М., Шолудько П.В. Взаємозв'язки між подіями та роботами у проєктах механізованого захисту рослин обприскуванням. *Східно-європейський журнал передових технологій*. 2011. №1/5 (49). – С.26-29.

79. Сидорчук О.В., Тригуба А.М., Шолудько П.В. Класифікація подій та робіт у проєктах механізованого хімічного захисту рослин обприскуванням. *Науковий журнал НТУ: Управління проєктами, системний аналіз і логістика*. 2011. №8. С.183-187.

80. Сравнительная таблица возможностей пакетов управления проєктами [Електронний ресурс]. Режим доступу: www.spiderproject.ru/library/comparemod.xls

81. Стоянець Н.В. Розвиток малих форм господарювання як запорука сталого розвитку аграрної економіки. *Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». Серія: «Економічні науки*. № 1(9), 2018. С. 46-53.

82. Tryhuba A., Boyarchuk V., Tryhuba I., Ftoma O. Forecasting of a lifecycle of the projects of production of biofuel raw materials with consideration of risks. *IEEE International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT)*. 2019. P. 420-425. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9030492>.

83. Tryhuba A., Boyarchuk V., Tryhuba I., Ftoma O., Francik S., Rudynets M. Method and software of planning of the substantial risks in the projects of

production of raw material for biofuel. *CEUR Workshop Proceedings, ITPM.* . 2020. P. 116-129. URL: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57211599964>

84. Тарасюк Г.М. Управління проєктами: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. 2-е вид. К.: *Каравела*. 2006. 320 с

85. Теленик С.Ф. Метод распределения ресурсов между проектами. *Вестник НТУУ "КПИ": Информатика, управление и вычислительная техника*. 2008. №. 48. С. 33-40.

86. Тесля Ю.М., Тімінський О.Г. Аналіз підходів до побудови біоадаптивних систем управління проєктно-орієнтованими підприємствами. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2015. № 2(3). С. 38-42.

87. Тесля Ю.Н. Как сделать, чтобы методология управления проектами работала на практике. *Управління проєктами: стан та перспективи*. 2013. № 9. С. 336–338.

88. Тимочко В., Луб П., Падюка Р. Обґрунтування коефіцієнта погодності для прогнозування добової продуктивності машинно-тракторних агрегатів. *Вісник Львівського НАУ : Агроінженерні дослідження*. 2017. № 21. С. 148-154.

89. Тимочко В.О., Падюка Р.І., Городецький І.М. Структурна модель інформаційної системи прийняття рішень з управління ресурсами у портфелі проєктів сільськогосподарського підприємства. *Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проєктами*. 2016. № 2. С. 49-53.

90. Тимочко В.О., Падюка Р.І. Використання нейронних мереж для ідентифікації технічних ресурсів у проєкті виробництва сільськогосподарської продукції. *Тези доп. XI-ї Міжн. конф. Управління проєктами у розвитку суспільства: Розвиток компетентності організації в управлінні проєктами, програмами та портелями проєктів*. Київ: КНУБА, 2014. С. 210-211.

91. Тимочко В., Падюка Р., Городецький І. Ідентифікація транспортних засобів у проєктах сільськогосподарського виробництва. *Вісник Національного*

технічного університету «ХПІ». Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. 2018. № 1 (1277). С. 75-79.

92. Тимочко В.О., Падюка Р. І. Особливості формування календарного графіку робіт у проєкті виробництва сільськогосподарської продукції *Управління проєктами: стан та перспективи. Матеріали 10-ї міжнародної науково-практичної конференції*. Миколаїв: НУК. 16-19 вересня 2014. С. 294-296.

93. Тимочко В.О., Падюка Р.І. Управління виробничо-технічними ресурсами сільськогосподарського підприємства *Управління проєктами: стан та перспективи*. Матеріали 11-ї міжнародної науково-практичної конференції. Миколаїв: НУК. 15-18 вересня 2015. С. 143-144.

94. Тимочко В.О., Падюка Р.І. Формування машино-тракторних агрегатів з використанням нейронних мереж. *Теоретичні основи і практичні аспекти використання ресурсоощадних технологій для підвищення ефективності агропромислового виробництва і розвитку сільських територій. Матеріали міжнародного науково-практичного форуму*. Львів: ЛНАУ. 2014. – С.543-545.

95. Тимочко В.О., Падюка Р.І. Використання нейронних мереж для ідентифікації технічних ресурсів у проєкті виробництва сільськогосподарської продукції. *Тези доп. XI-ї Міжн. конф. Управління проєктами у розвитку суспільства: Розвиток компетентності організації в управлінні проєктами, програмами та портфелями проєктів*. Київ: КНУБА. 23-24 травня 2014. С.210-211.

96. Тимочко В.О., Падюка Р.І. Інформаційно-аналітична система управління портфелем проєктів сільськогосподарського підприємства. Перспективи ефективних управлінських рішень у бізнесі та проєктах. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Міжнародний гуманітарний університет*. 15-16 жовтня 2015. Одеса-Фенікс.- С.115- 119.

97. Тимочко В.О., Падюка Р. І. Побудова календарного графіка робіт у проєктах сільськогосподарського підприємства. *Управління проєктами: стан*

та перспективи: Матеріали XVI-ї міжнародної науково-практичної конференції. Миколаїв. НУК. 8-11 вересня 2020. С. 109-110.

98. Тимочко В.О., Падюка Р.І. Розробка плану робіт у проєктах збирання врожаю зерна. *Теоретичні основи і практичні аспекти використання ресурсоощадних технологій для підвищення ефективності агропромислового виробництва і розвитку сільських територій. Матеріали міжнародного науково-практичного форуму.* Львів. ЛНАУ, 2013. С.172-174.

99. Тимочко В.О., Падюка Р. І. Формування бази даних інформаційно-аналітичної системи управління виробничо-технічними ресурсами портфеля проєктів сільськогосподарського підприємства. *Управління проєктами: стан та перспективи: Матеріали 9-ї міжнародної науково-практичної конференції.* Миколаїв. НУК. 2013. С. 341-343

100. Тимочко В.О., Падюка Р.І. Інформаційно-аналітична система управління технічними ресурсами сільськогосподарського підприємства. *Інформаційні технології та взаємодії (IT&I-2017): IV Міжнародна науково-практична конференція.* Київ: ВПЦ «Київський університет. 2017. С.97-99.

101. Тимочко В.О. Падюка Р. І. Концепція проактивного управління портфелем проєктів сільськогосподарського підприємства в умовах турбулентності та глобалізації світової економіки. *Тези доп. X-ї Міжн. конф. Управління проєктами у розвитку суспільства: Управління проєктами та програмами в умовах глобалізації світової економіки.* Київ. КНУБА, 2013. С. 254-255.

102. Тимочко В.О., Падюка Р.І. Ідентифікація параметрів виробничо-технічних ресурсів портфеля проєктів сільськогосподарського підприємства. *Вісник Львівського НАУ :Агроінженерні дослідження.* 2013. № 17. С.22-29.

103. Тимочко В.О. Падюка Р.І. Можливості використання систем автоматизації управління проєктами для умов сільськогосподарського виробництва. *Східно-Європейський журнал передових технологій.* 2013. №3/3 (63). С. 26-28.

104. Тимофєєв В.О., Гуца О.М., Пересада О.В. Інформаційна технологія створення ботів-експертів на основі процедуральних знань. *Вісник НТУ «ХПІ»*. Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. 2017. № 2. С. 3-28.

105. Тригуба А.М. Класифікація та особливості реалізації інтегрованих проектів аграрного виробництва. *Управління проектами, системний аналіз і логістика. Технічна серія*. 2011. Вип. 8. С. 197-201. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Upsal_2011_8_53.

106. Тригуба А.М. Управління конфігурацією інтегрованих проектів аграрного виробництва. *Современные информационные технологии в экономике и управлении предприятиями, программами и проектами: тезисы докл. IX Междунар. конф.* Алушта: ХАИ. 2011. С. 232-234.

107. Тригуба А.М., Луб П.М., Шарибура А.О. Результати дослідження агрометеорологічних причин ризику у проектах технологічних систем вирощування сільськогосподарських культур. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин*. 2015. Вип. 45(2). С. 157-162.

108. Тригуба А.М., Тригуба І.Л., Боярчук О.В. Модель формування виробничо-технологічного ризику у інтегрованих програмах агропромислового виробництва. *Управління проектами у розвитку суспільства: Управління проектами та програмами в умовах глобалізації світової економіки: тези доп. XV Міжнар. конф.* К.: КНУБА, 2018. С. 212-214.

109. Тимочко В.О., Падюка Р.І. Вибір транспортних засобів для транспортування сільськогосподарської продукції. *Науковий журнал «Розвиток транспорту» Одеського національного морського університету*. Одеса. ОНМУ. 2018. №1 (2). С. 116-125.

110. Тригуба А.М., Шарибура А.О., Шолудько П.В., Рудинець М.В. Узгодження конфігурацій проектів кооперативів заготівлі молока із проектним середовищем. *Вісник НТУ «ХПІ»*. 2017. № 2. С. 84-88.

111. Тригуба А.М., Шолудько П.В., Маланчук О.В., Рудинець М.В. Формування виробничо-технологічного ризику в інтегрованих програмах

аграрного виробництва. *Східно-європейський журнал передових технологій*. 2013. № 1/10 (61), ч. 3. С. 203-206.

112. Тригуба А., Тригуба І., Фтома О., Кондисюк І., Коваль Н. Системний підхід до оцінення ризиків несвоєчасного виконання робіт в інтегрованих проєктах. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження*. 2019. №23. С. 123-130.

113. Тригуба А., Фтома О., Тригуба І., Сидорчук Л., Боярчук О. Ідентифікація ризиків цінності проєктів створення кооперативів кормозабезпечення сімейних молочних ферм. *Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження*. 2018. №22. С.177-186.

114. Тригуба А.М. Системний опис інтегрованих програм аграрного виробництва. *Науковий журнал ЛНТУ: Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво*. 2011. №7. С.158-162.

115. Тригуба А.М., Шолудько П.В. Автоматизована аналітично-інформаційна система ситуаційного планування робіт у проєктах централізованого хімічного захисту рослин. *Вчені Львівського НАУ виробництву*. Львів: Львів НАУ. Вип. X. 2010. С.65-67.

116. Тымочко В.О., Падюка Р.И. Идентификация машинно-тракторного агрегата с использованием нейронных сетей. «*Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве*». РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». Мінськ. 22-23 жовтня 2014 р. Том 3. С. 233-239.

117. Тымочко В.О., Падюка Р.И. Идентификация технических ресурсов в проєкте производства сельскохозяйственной продукции с использованием нейронных сетей. *Motoryzacja i energetyka rolnictwa. Motrol*. 2014. Vol. 16. No. 4. P. 55-60.

118. Тымочко В.О., Падюка Р.И. Метод обоснования производственной программы сельскохозяйственного предприятия. *MOTROL. Commission of Motorization and energetics in agriculture*. 2016. Vol.18. No.9. P. 109-114.

119. Тымочко В.О., Падюка Р.И. Метод формирования календарного графика технологических операций процесса производства сельскохозяйственной продукции. *Motoryzacja i energetyka rolnictwa. Motrol.* 2015. Vol. 17. No. 4. P. 89-95

120. Управление проектами : справ, для профессионалов: учеб, пособие. И. И. Мазур [и др.]; под общ. ред. И. И. Мазура. В. Д. Шапиро. 7-е изд. М.: Омега-Л. 2011 (Смоленск). 959 с.

121. Управление проектом. Основы проектного управления. Под ред. Проф. М.А. Разу. М.: КНОРУС. 2006. -768 с.

122. Фесенко Т.Г., Фесенко Г.В., Фесенко Г.Г. Концептуальна модель офісу управління проектами органічного виробництва. *Управління розвитком складних систем.* 2016. Вип. 27. С. 92-100.

123. Фесенко Т.Г. Управління проектами: теорія та практика виконання проектних дій. Навч. посібник. Х.: ХНАМГ, 2012. 181 с.

124. Харченко В.В. Використання новітніх інформаційних систем для економічного аналізу діяльності сільськогосподарських підприємств *Національний університет біоресурсів і природокористування України.* 2009. Вип. 142. частина 1. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.nbu.gov.ua/portal/chem_biol/nvnau/2009_142_1/09hvv.pdf

125. Хрутьба В.О., Вайганг Г.О., Хрутьба А.С. Еколого-економічна ефективність формування портфеля проектів транспортного підприємства. *Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами.* 2015. № 1. С. 90-96.

126. Цветков А.В., Шапиро В.Д. и др.. Управление проектами. Справочник для профессионалов. 2-е изд. перераб. и доп. 2010. 1276 с.

127. Цюцюра М.І. Розробка структури моделі спрямованого управління проектами. *Проблеми підвищення ефективності інфраструктури: Зб. наук. праць.* К.: НАУ, 2012. Вип. 34. С. 5–12.

128. Цюцюра С.В., Криворучко О.В., Цюцюра М.І. Застосування задач та моделей організаційного стратегічного управління для впровадження системи

цільового управління. *Управління розвитком складних систем*. 2012. Вип. 12. С. 116-119.

129. Цюцюра С.В., Криворучко О.В., Цюцюра М.І. Теоретичні основи та сутність управлінських рішень. Моделі прийняття управлінських рішень. *Управління розвитком складних систем*. 2012. Вип. 9. С. 50-58.

130. Чернов С.К., Кошкин К.В. Концептуальные основы развития наукоемких предприятий в конкурентной среде. *Восточно-европейский журнал передовых технологий*. 1/2(43)2012. С. 20-22.

131. Чумаченко И.В., Доценко Н.В. Формирование холистической ценности инновационных проектов и программ. *Східно-європейський журнал передових технологій*. 2011. №1/6 (49). С.13-16.

132. Шахов А.В. Проектно-ориентированное управление жизненным циклом ремонтпригодных технических систем: дис. докотра технических наук: 05.13.22. Одеса: Феникс, 2006. 238 с.

133. Шахов А.В., Шамов А.В., Бокарева М.А. Энергетические модели управления проектными организациями. Саарбрюккен: LAP. 2015.185 с.

134. Шлапак М.А. Розвиток асоціаційних форм використання сільськогосподарської техніки, дис. ... канд. екон. наук : 08.00.04. Житомирський національний агроєкологічний університет. Житомир. 2018. 224 с.

135. Шпильовий І.Ф., Маруніч В.С., Вакарчук І.М., Харута В.С. Розробка моделі оцінки та методу відбору персоналу команди проекту міських пасажирських перевезень. *Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами*. 2016. № 2. С. 95-98.

136. Щербаков, А. И. Совокупная производительность труда и основы её государственного регулирования [Текст]: моногр. М.: Издво РАГС, 2004. 284 с.

137. Bushuyev S., Kozyr B., Zapryvoda A. Strategic audit of infrastructure projects. *14th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)*. Vol. 3. P. 130–135. September 2019.

138. Copeland L. Keeping Farm in Family requires strategy. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://usatoday30.usatoday.com/money/smarv/2012-06-28/keeping-farms-in-the-familv/56117782/1>
139. Gry Agnete Alsos, S. Carter, E. Ljunggren. The Handbook of Research on Entrepreneurship in Agriculture and Rural Development. Edward Elgar Publishing, 2011. 336 p.
140. ISO 21500:2012. Guidance on Project Management [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: www.mosaicprojects.com.au/PDF/ISO_21500_Communicue_No1.pdf.
141. Kerzner H. Strategic planning for project management using a project management maturity model. New York, John Wiley & Sons. 2001. 255 p.
142. Lub P., Sharybura A., Pukas V. Modelling of the technological systems projects of harvesting agricultural crops. *14th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)*. 2019. Vol. 3, P. 19-22.
143. Parviz R., Ginger L. Project Portfolio Management. New York, IIL Publishing. 2006. 143 p.
144. Practice Standard for Project Configuration Management [Text]. *Project Management Institute. Four Campus Boulevard*. Newton Square, PA 19073-3299, USA, 2007. 53 p.
145. Robert John Stimson, Roger Stough, Maria Salazar. Leadership and Institutions in Regional Endogenous Development. Edward Elgar Publishing, 2009. 151 p.
146. Tryhuba A., Boyarchuk V., Tryhuba I., Ftoma O., Padyuka R. Rudynets M. Forecasting the Risk of the Resource Demand for Dairy Farms Basing on Machine Learning. *Proceedings of the 2nd International Workshop on Modern Machine Learning Technologies and Data Science (MoMLeT+DS 2020)*. Volume I: Main Conference Lviv- Shatsk, Ukraine, June 2-3, 2020. P. 327-340
147. Tryhuba A., Ftoma O., Tryhuba I., Boyarchuk O. Method of quantitative evaluation of the risk of benefits for investors of fodder-producing cooperatives. *14th*

International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT). 2019. Vol. 3. P. 55-58.

148. Tryhuba A., Ftoma O., Tryhuba I., Bashynsky O. Justification of parameters of technical and technological service cooperatives. *TEKA. Quarterly journal of agri-food industry*. 2019. Vol. 19, No. 2. Rzeszow. P. 5-12.

149. Tymochko V., Padyuka R. Prediction of losses in agricultural production output. *ECONTECHMOD. An international quarterly journal*. 2014. Vol. 3. No. 4., P. 55-58.

150. Yaroshenko F.A., Bushuev S.D., Tanaka Kh. Innovational projects and programs managing based on P2M set of knowledge. *Monograph. Summit-Book*. 2012. 272 p.

Додатки

Додаток А.

Список публікацій здобувача за темою дисертації

1. Tymochko V., Padyuka R. Prediction of losses in agricultural production output. *ECONTECHMOD. An international quarterly journal*. 2014. Vol. 3, No. 4. P. 55-58.
2. Тымочко В.О., Падюка Р.И. Идентификация технических ресурсов в проекте производства сельскохозяйственной продукции с использованием нейронных сетей. *MOTROL. Commission of Motorization and energetics in agriculture*. 2014. Vol. 16, No. 4. P. 55-60.
3. Тымочко В.О., Падюка Р.И. Метод формирования календарного графика технологических операций процесса производства сельскохозяйственной продукции. *MOTROL. Commission of Motorization and energetics in agriculture*. 2015. Vol. 17, No. 4. P. 89-95.
4. Тымочко В.О., Падюка Р.И. Метод обоснования производственной программы сельскохозяйственного предприятия. *MOTROL. Commission of Motorization and energetics in agriculture*. 2016. Vol. 18, No. 9. P. 109-114.
5. Тимочко В. Падюка Р., Городецький І. Структурна модель інформаційної системи прийняття рішень з управління ресурсами у портфелі проектів сільськогосподарського підприємства. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами*. 2016. № 2 (1174). С. 49-53.
6. Тимочко В., Падюка Р., Городецький І. Ідентифікація транспортних засобів у проектах сільськогосподарського виробництва. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами*. 2018. № 1 (1277). С. 75-79.
7. Tryhuba A., Boyarchuk V., Tryhuba I., Ftoma O., Padyuka R., Rudynets M. Forecasting the Risk of the Resource Demand for Dairy Farms Basing on Machine Learning. *Proceedings of the 2nd International Workshop on Modern*

Machine Learning Technologies and Data Science (MoMLeT+DS 2020). Vol. 1: Main Conference, Lviv- Shatsk, Ukraine, June 2-3, 2020. Lviv, 2020. P. 327-340.

8. Тимочко В.О., Падюка Р.І. Можливості використання систем автоматизації управління проектами для умов сільськогосподарського виробництва. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2013. №3/3 (63). С. 26-28.

9. Тимочко В.О., Падюка Р.І. Ідентифікація параметрів виробничо-технічних ресурсів портфеля проектів сільськогосподарського підприємства. *Вісник Львівського національного аграрного університету : агроінженерні дослідження*. 2013. № 17. С. 22-29.

10. Тимочко В., Луб П., Падюка Р. Обґрунтування коефіцієнта погодності для прогнозування добової продуктивності машинно-тракторних агрегатів. *Вісник Львівського національного аграрного університету : агроінженерні дослідження*. 2017. № 21. С. 148-154.

11. Тимочко В.О., Падюка Р.І. Вибір транспортних засобів для транспортування сільськогосподарської продукції. *Розвиток транспорту. Збірник наукових праць Одеського національного морського університету*. 2018. №1 (2). С. 116-125.

12. Кравчук В., Падюка Т., Падюка Р. Концептуальна модель функціонування машинно-тракторного парку сільськогосподарського підприємства. *Техніка і технології АПК*. 2014. № 7. С. 7-10.

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

13. Тимочко В.О. Падюка Р.І. Концепція проактивного управління портфелем проектів сільськогосподарського підприємства в умовах турбулентності та глобалізації світової економіки. *Управління проектами у розвитку суспільства: Управління проектами та програмами в умовах глобалізації світової економіки: тези доп. X Міжнар. конф.:* Київ: КНУБА, 2013. С. 254-255.

14. Тимочко В.О. Падюка Р.І. Формування бази даних інформаційно-аналітичної системи управління виробничо-технічними ресурсами портфеля

проектів сільськогосподарського підприємства. *Управління проектами: стан та перспективи*: матеріали 9 Міжнар. наук.-практ. конф. Миколаїв: НУК, 2013. С. 341-343

15. Тимочко В.О. Падюка Р.І. Розробка плану робіт у проектах збирання врожаю зерна. *Теоретичні основи і практичні аспекти використання ресурсоощадних технологій для підвищення ефективності агропромислового виробництва і розвитку сільських територій*: матеріали Міжнар. наук.-практ. форуму. Львів: ЛНАУ, 2013. С. 172-174.

16. Тимочко В.О., Падюка Р.І. Використання нейронних мереж для ідентифікації технічних ресурсів у проекті виробництва сільськогосподарської продукції. *Управління проектами у розвитку суспільства: Розвиток компетентності організації в управлінні проектами, програмами та портфелями проектів*: тези доп. XI Міжнар. конф. Київ: КНУБА, 2014. С. 210-211.

17. Тимочко В.О. Падюка Р.І. Идентификация машинно-тракторного агрегата с использованием нейронных сетей. *Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве*. Минск, 2014. Т. 3. С. 233-239.

18. Тимочко В. О., Падюка Р. І. Формування машинно-тракторних агрегатів з використанням нейронних мереж. *Теоретичні основи і практичні аспекти використання ресурсоощадних технологій для підвищення ефективності агропромислового виробництва і розвитку сільських територій*: матеріали міжнар. наук.-практ. форуму. Львів: ЛНАУ. 2014, С. 543-545.

19. Тимочко В.О., Падюка Р.І. Особливості формування календарного графіку робіт у проекті виробництва сільськогосподарської продукції *Управління проектами: стан та перспективи*: матеріали 10 Міжнар. наук.-практ. конф. Миколаїв: НУК, 2014. С. 294-296

20. Тимочко В.О., Падюка Р.І. Управління виробничо-технічними ресурсами сільськогосподарського підприємства *Управління проектами: стан та перспективи*: матеріали 11 Міжнар. наук.-практ. конф. Миколаїв: НУК, 2015. С. 143-144.

21. Тимочко В.О., Падюка Р.І. Інформаційно-аналітична система управління портфелем проєктів сільськогосподарського підприємства. *Перспективи ефективних управлінських рішень у бізнесі та проєктах*: матеріали Міжнар. наук-практ. конф. Одеса: Фенікс, 2015. С.117- 119.

22. Тимочко В.О., Падюка Р.І. Інформаційно-аналітична система управління технічними ресурсами сільськогосподарського підприємства. *Інформаційні технології та взаємодії (IT&I-2017)*: IV Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Київ, 8-10 лист. 2017 р.). Київ: ВПЦ «Київський університет», 2017. С. 97-99.

23. Тимочко В.О., Падюка Р.І. Побудова календарного графіка робіт у проєктах сільськогосподарського підприємства. *Управління проєктами: стан та перспективи*: матеріали XVI-ї Міжнар. наук.-практ. конф. Миколаїв: НУК, 2020. С. 109-110.

Додаток Б.

Відомості про апробацію результатів дисертації

1. X-ї Міжнародна конференція *«Управління проєктами у розвитку суспільства»*. Тема: *Управління проєктами та програмами в умовах глобалізації світової економіки*.

м. Київ. 17-18 травня 2013 р., форма участі – заочна.

2. IX Міжнародна науково-практична конференція *«Управління проєктами: стан та перспективи»*.

м. Миколаїв. 17-20 вересня 2013 р., форма участі – заочна.

3. XIV Міжнародний науково-практичний форум *«Теоретичні основи і практичні аспекти використання ресурсоощадних технологій для підвищення ефективності агропромислового виробництва і розвитку сільських територій»*

м. Дубляни. 18-20 вересня 2013 р., форма участі – очна.

4. Міжнародна конференція *«Управління проєктами у розвитку суспільства»*. Тема: *«Розвиток компетентності організації в управлінні проєктами, програмами та портфелями проєктів»*

м. Київ. 23-24 травня 2014 р., форма участі – заочна.

5. Міжнародна науково-технічна конференція *«Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве»*.

м. Мінськ. 22-23 жовтня 2014 р., форма участі – заочна.

6. XV Міжнародний науково-практичний форум *«Теоретичні основи і практичні аспекти використання ресурсоощадних технологій для підвищення ефективності агропромислового виробництва і розвитку сільських територій»*

м. Дубляни. 24-26 вересня 2014 р., форма участі – очна.

7. IX Міжнародна науково-практична конференція *«Управління проєктами: стан та перспективи»*.

м. Миколаїв. 16-19 вересня 2014 р., форма участі – заочна.

8. XI Міжнародна науково-практична конференція *«Управління проектами: стан та перспективи»*.

м. Коблево. 15-18 вересня 2015 р., форма участі – очна.

9. Міжнародна науково-практична конференція *«Перспективи ефективних управлінських рішень у бізнесі та проєктах»*.

м. Одеса. 15-16 жовтня 2015 р., форма участі – заочна.

10. IV Міжнародна науково-практична конференція *«Інформаційні технології та взаємодії (IT&I-2017)»*.

м. Київ. 8-10 листопада 2017 р., форма участі – заочна.

11. XVI Міжнародна науково-практична конференція *«Управління проектами: стан та перспективи»*.

м. Миколаїв. 8-11 вересня 2020 р., форма участі – заочна.

Додаток В.

**Результати ідентифікації кліматичної складової проєктного середовища
виробничих проєктів рослинництва**

Таблиця А.1. Результати прогнозування декадних коефіцієнтів погодності

Період	Місяць								
	березень	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень	листопад
I декада	0,09	0,50	0,65	0,67	0,62	0,68	0,69	0,61	0,28
II декада	0,14	0,46	0,69	0,62	0,64	0,70	0,66	0,49	0,21
III декада	0,15	0,63	0,66	0,59	0,71	0,74	0,61	0,33	0,12

Таблиця А2. Результати прогнозування кліматично зумовленої тривалості виконання робіт у ВІР

Період	Місяць								
	березень	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень	листопад
I декада	2,16	12	15,6	16,08	14,88	16,32	16,56	14,64	6,72
II декада	3,36	11,04	16,56	14,88	15,36	16,8	15,84	11,76	5,04
III декада	3,6	15,12	15,84	14,16	17,04	17,76	14,64	7,92	2,88

Додаток Г.
Результати моделювання виробничих проєктів рослинництва

Пріоритет	Вид культури	Номер роботи	Вид роботи	Обсяг роботи	Допустимий час початку роботи	Допустима тривалість роботи	Марка СПМ	Марка ЕЗ	Кількість залучених МТА	Доступно МТА	Доступно ЕЗ	Кількість основних робітників	Кількість допоміжних робітників	Змінна продуктивність	Питома витрата палива	Час початку виконання роботи	Час завершення виконання роботи	Коефіцієнт втрат	Розрахункова тривалість виконання роботи	Обсяг втрат продукту
1	Озимий ріпак	1	Лущення	172	201	5	УДА-4.2	К-700	1	1	1	1	0	16	350	203	214	0,0048	11	60
1	Озимий ріпак	2	Внесення мінеральних добрив	172	212	6	Rodger	МТЗ-80	1	1	5	1	0	77	100	215	217	0,001	2	0
1	Озимий ріпак	3	Оранка	172	222	5	ПЛН-8-35	К-700	1	1	1	1	0	50	350	222	225	0,009	3	0
1	Озимий ріпак	4	Культивација	172	227	5	КПС-4	ХТЗ-150К	1	1	2	1	0	32	250	227	232	0,006	5	0
1	Озимий ріпак	5	Культивација	172	232	5	КПС-4	МТЗ-80	1	1	5	1	0	32	100	232	237	0,006	5	0
1	Озимий ріпак	6	Внесення мінеральних добрив	172	237	6	Rodger	МТЗ-80	1	1	5	1	0	77	100	237	239	0,001	2	0
1	Озимий ріпак	7	Вирівнювання площі	172	237	6	ЛК-6	К-700	1	1	1	1	0	36	350	240	245	0,002	5	3
1	Озимий ріпак	8	Сівба	172	237	6	Клен-4,5	МТЗ-80	1	1	5	1	0	46	100	246	250	0,008	4	217
1	Озимий ріпак	9	Прикочування	172	244	3	ЗКВТ-1.4	ХТЗ-150К	1	1	2	1	0	25	250	251	258	0,002	7	75
1	Озимий ріпак	10	Обприскування	172	247	3	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	259	261	0,001	2	93
1	Озимий ріпак	11	Обприскування	172	293	3	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	293	295	0,001	2	0
1	Озимий ріпак	12	Обприскування	172	324	3	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	324	326	0,001	2	0
1	Озимий ріпак	13	Внесення мінеральних добрив	172	435	4	Rodger	МТЗ-80	1	1	5	1	0	77	100	435	437	0,001	2	0
1	Озимий ріпак	14	Обприскування	172	466	2	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	466	468	0,002	2	0
1	Озимий ріпак	15	Внесення мінеральних добрив	172	475	3	Rodger	МТЗ-80	1	1	5	1	0	77	100	475	477	0,001	2	0
1	Озимий ріпак	16	Обприскування	172	506	3	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	506	508	0,002	2	0
1	Озимий ріпак	17	Обприскування	172	527	3	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	527	529	0,002	2	0
1	Озимий ріпак	18	Обприскування	172	537	3	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	537	539	0,002	2	0
1	Озимий ріпак	19	Пряме комбайнування	172	547	5	Дніпро	Дніпро	1	1	1	1	1	16	450	547	558	0,03	11	207
1	Озимий ріпак	20	Транспортування зерна	172	547	5	ЗИЛ-130	ЗИЛ-130	4	4	4	1	0	29	75	559	560	0	1	0
2	Жито	1	Лущення	40	191	3	УДА-4.2	К-700	1	1	1	1	0	16	350	193	195	0,004	2	2
2	Жито	2	Внесення мінеральних добрив	40	212	5	Rodger	МТЗ-80	1	1	5	1	0	77	100	212	213	0,001	1	0

2	Жито	3	Оранка	40	219	5	ПЛН-8-35	К-700	1	1	1	1	0	50	350	219	220	0,008	1	0
2	Жито	4	Культивация	40	226	5	КПС-4	ХТЗ-150К	1	1	2	1	0	32	250	226	227	0,0055	1	0
2	Жито	5	Протруювання насіння	40	232	2	Фермер	Фермер	1	1	1	0	0	50	0	232	233	0,001	1	0
2	Жито	6	Культивация	40	252	5	КПС-4	ХТЗ-150К	1	1	2	1	0	32	250	252	253	0,0055	1	0
2	Жито	7	Сівба	40	257	5	Клен-4,5	МТЗ-80	1	1	5	1	0	46	100	257	258	0,007	1	0
2	Жито	8	Прикочування посівів	40	262	5	ЗК-6	МТЗ-80	1	1	5	1	0	24	100	262	264	0,002	2	0
2	Жито	9	Обприскування	40	287	2	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	287	287	0,01	0	0
2	Жито	10	Обприскування	40	318	2	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	318	318	0,01	0	0
2	Жито	11	Внесення мінеральних добрив	40	429	2	Rodger	МТЗ-80	1	1	5	1	0	77	100	429	430	0,01	1	0
2	Жито	12	Боронування	40	432	5	БДТ-3	МТЗ-80	1	1	5	1	0	34	100	432	433	0,002	1	0
2	Жито	13	Обприскування	40	466	2	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	466	466	0,01	0	0
2	Жито	14	Підживлення посівів	40	476	5	Rodger	МТЗ-80	1	1	5	1	0	77	100	476	477	0,01	1	0
2	Жито	15	Обприскування	40	499	2	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	499	499	0,01	0	0
2	Жито	16	Обприскування	40	510	2	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	510	510	0,02	0	0
2	Жито	17	Обприскування	40	536	2	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	536	536	0,02	0	0
2	Жито	18	Пряме комбайнування	40	558	5	Дніпро	Дніпро	1	1	1	1	1	16	450	558	560	0,019	2	0
2	Жито	19	Транспортування зерна	40	558	5	ЗИЛ-130	ЗИЛ-130	4	4	4	1	0	29	75	561	561	0	0	0
2	Жито	20	Перша очистка зерна	40	561	5	ОВП-20	ОВП-20	1	1	1	1	0	10	0	561	565	0	4	0
2	Жито	21	Друга очистка зерна	40	566	5	Пектус	ОВП-20	1	1	1	1	0	10	0	566	570	0	4	0
3	Озимий ячмінь	1	Лущення	51	222	3	УДА-4.2	К-700	1	1	1	1	0	16	350	224	227	0,0043	3	5
3	Озимий ячмінь	2	Внесення мінеральних добрив	51	232	5	Rodger	МТЗ-80	1	1	5	1	0	77	100	232	233	0,001	1	0
3	Озимий ячмінь	3	Оранка	51	252	5	ПЛН-8-35	К-700	1	1	1	1	0	50	350	252	253	0,002	1	0
3	Озимий ячмінь	4	Культивация	51	259	4	КПС-4	ХТЗ-150К	1	1	2	1	0	32	250	259	261	0,003	2	0
3	Озимий ячмінь	5	Протруювання насіння	51	261	3	Фермер	Фермер	1	1	1	0	0	50	0	261	262	0	1	0
3	Озимий ячмінь	6	Культивация	51	263	4	КПС-4	ХТЗ-150К	1	1	2	1	0	32	250	263	265	0,003	2	0
3	Озимий ячмінь	7	Сівба	51	267	4	Клен-4,5	МТЗ-80	1	1	5	1	0	46	100	267	268	0,012	1	0
3	Озимий ячмінь	8	Прикочування посівів	51	267	4	ЗК-6	МТЗ-80	1	1	5	1	0	24	100	269	271	0,002	2	0

3	Озимий ячмінь	9	Обприскування	51	283	5	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	283	283	0,001	0	0
3	Озимий ячмінь	10	Обприскування	51	314	5	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	314	314	0,001	0	0
			Внесення мінеральних добрив																	
3	Озимий ячмінь	11	добрив	51	435	5	Rodger	МТЗ-80	1	1	5	1	0	77	100	435	436	0,001	1	0
3	Озимий ячмінь	12	Боронування	51	461	5	БДТ-3	МТЗ-80	1	1	5	1	0	34	100	461	463	0,0027	2	0
3	Озимий ячмінь	13	Обприскування	51	496	5	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	496	496	0,001	0	0
			Підживлення посівів																	
3	Озимий ячмінь	14	посівів	51	489	5	Rodger	МТЗ-80	1	1	5	1	0	77	100	497	498	0,001	1	19
3	Озимий ячмінь	15	Обприскування	51	501	5	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	501	501	0,002	0	0
3	Озимий ячмінь	16	Обприскування	51	511	5	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	511	511	0,002	0	0
3	Озимий ячмінь	17	Обприскування	51	517	5	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	517	517	0,002	0	0
			Пряме комбайнування																	
3	Озимий ячмінь	18	комбайнування	51	547	3	Дніпро	Дніпро	1	1	1	1	1	16	450	547	550	0,0178	3	0
			Транспортування зерна																	
3	Озимий ячмінь	19	зерна	51	547	9	ЗИЛ-130	ЗИЛ-130	4	4	4	1	0	29	75	551	551	0	0	0
			Перша очистка зерна																	
3	Озимий ячмінь	20	Перша очистка зерна	51	547	9	ОВП-20	ОВП-20	1	1	1	1	0	10	0	552	557	0	5	0
			Друга очистка зерна																	
3	Озимий ячмінь	21	Друга очистка зерна	51	567	5	Пектус	ОВП-20	1	1	1	1	0	10	0	567	572	0	5	0
4	Озима пшениця	1	Лущення	225	243	5	УДА-4.2	К-700	1	1	1	1	0	16	350	245	259	0,0048	14	210
			Внесення мінеральних добрив																	
4	Озима пшениця	2	добрив	225	248	10	Rodger	МТЗ-80	1	1	5	1	0	77	100	260	263	0,001	3	43
			Оранка																	
4	Озима пшениця	3	Оранка	225	254	10	ПЛН-8-35	К-700	1	1	1	1	0	50	350	264	268	0,009	4	182
			Культивация																	
4	Озима пшениця	4	Культивация	225	259	5	КПС-4	ХТЗ-150К	1	1	2	1	0	32	250	269	276	0,006	7	624
			Протруювання насіння																	
4	Озима пшениця	5	Протруювання насіння	225	261	5	Фермер	Фермер	1	1	1	0	0	50	0	277	281	0	4	0
			Культивация																	
4	Озима пшениця	6	Культивация	225	262	10	КПС-4	ХТЗ-150К	1	1	2	1	0	32	250	282	289	0,006	7	1251
			Сівба																	
4	Озима пшениця	7	Сівба	225	262	10	Клен-4,5	МТЗ-80	1	1	5	1	0	46	100	290	295	0,008	5	4359
			Прикочування посівів																	
4	Озима пшениця	8	Прикочування посівів	225	267	10	ЗК-6	МТЗ-80	1	1	5	1	0	24	100	296	305	0,002	9	858
			Обприскування																	
4	Озима пшениця	9	Обприскування	225	283	5	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	306	308	0,001	2	555
			Обприскування																	
4	Озима пшениця	10	Обприскування	225	314	5	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	314	316	0,001	2	0
			Внесення мінеральних добрив																	
4	Озима пшениця	11	добрив	225	454	5	Rodger	МТЗ-80	1	1	5	1	0	77	100	454	457	0,001	3	0
			Боронування																	
4	Озима пшениця	12	Боронування	225	461	5	БДТ-3	МТЗ-80	1	1	5	1	0	34	100	461	468	0,002	7	5
			Обприскування																	
4	Озима пшениця	13	Обприскування	225	466	5	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	469	471	0,001	2	0
			Підживлення посівів																	
4	Озима пшениця	14	Підживлення посівів	225	489	5	Rodger	МТЗ-80	1	1	5	1	0	77	100	489	492	0,001	3	0

4	Озима пшениця	15	Обприскування	225	505	5 ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	505	507	0,002	2	0
4	Озима пшениця	16	Обприскування	225	511	5 ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	511	513	0,002	2	0
4	Озима пшениця	17	Обприскування	225	517	5 ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	517	519	0,002	2	0
4	Озима пшениця	18	Пряме комбайнування	225	557	5 Дніпро	Дніпро	1	1	1	1	1	16	450	557	571	0,019	14	558
4	Озима пшениця	19	Транспортування зерна	225	557	5 ЗИЛ-130	ЗИЛ-130	4	4	4	1	0	29	75	572	574	0	2	0
4	Озима пшениця	20	Перша очистка зерна	225	557	10 ОВП-20	ОВП-20	1	1	1	1	0	10	0	575	597	0	22	0
4	Озима пшениця	21	Друга очистка зерна	225	578	10 Пектус	ОВП-20	1	1	1	1	0	10	0	598	620	0	22	0
5	Ярий ячмінь	1	Лущення	33	267	3 УДА-4.2	К-700	1	1	1	1	0	16	350	269	271	0,0043	2	1
5	Ярий ячмінь	2	Оранка	33	273	3 ПЛН-8-35	К-700	1	1	1	1	0	50	350	273	274	0,002	1	0
5	Ярий ячмінь	3	Культивація	33	445	2 КПС-4	ХТЗ-150К	1	1	2	1	0	32	250	445	446	0,003	1	0
5	Ярий ячмінь	4	Внесення мінеральних добрив	33	445	10 Rodger	МТЗ-80	1	1	5	1	0	77	100	447	447	0,001	0	0
5	Ярий ячмінь	5	Протруювання насіння	33	445	5 Фермер	Фермер	1	1	1	0	0	50	0	448	449	0	1	0
5	Ярий ячмінь	6	Сівба	33	445	10 Клен-4,5	МТЗ-80	1	1	5	1	0	46	100	450	451	0,012	1	0
5	Ярий ячмінь	7	Боронування	33	480	5 БДТ-3	МТЗ-80	1	1	5	1	0	34	100	480	481	0,027	1	0
5	Ярий ячмінь	8	Обприскування	33	466	2 ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	482	482	0,002	0	343
5	Ярий ячмінь	9	Пряме комбайнування	33	558	5 Дніпро	Дніпро	1	1	1	1	1	16	450	558	560	0,0178	2	0
5	Ярий ячмінь	10	Транспортування зерна	33	558	5 ЗИЛ-130	ЗИЛ-130	4	4	4	1	0	29	75	561	561	0	0	0
5	Ярий ячмінь	11	Перша очистка зерна	33	561	5 ОВП-20	ОВП-20	1	1	1	1	0	10	0	561	564	0	3	0
5	Ярий ячмінь	12	Друга очистка зерна	33	566	5 Пектус	ОВП-20	1	1	1	1	0	10	0	566	569	0	3	0
6	Овес	1	Лущення	33	263	2 УДА-4.2	К-700	1	1	1	1	0	16	350	265	267	0,0043	2	4
6	Овес	2	Внесення мінеральних добрив	33	277	3 Rodger	МТЗ-80	1	1	5	1	0	77	100	277	277	0,01	0	0
6	Овес	3	Оранка	33	282	10 ПЛН-8-35	К-700	1	1	1	1	0	50	350	282	283	0,0018	1	0
6	Овес	4	Боронування	33	445	2 БДТ-3	МТЗ-80	1	1	5	1	0	34	100	445	446	0,0028	1	0
6	Овес	5	Протруювання насіння	33	435	4 Фермер	Фермер	1	1	1	0	0	50	0	447	448	0	1	0
6	Овес	6	Культивація	33	449	4 КПС-4	ХТЗ-150К	1	1	2	1	0	32	250	449	450	0,0032	1	0
6	Овес	7	Сівба	33	449	3 Клен-4,5	МТЗ-80	1	1	5	1	0	46	100	451	452	0,0122	1	0

6	Овес	8	Пряме комбайнування	33	547	10	Дніпро	Дніпро	1	1	1	1	1	16	450	547	549	0,0169	2	0
7	Соя	1	Лущення	35	181	4	УДА-4.2	К-700	1	1	1	1	0	16	350	183	185	0,0038	2	0
7	Соя	2	Оранка	35	283	3	ПЛН-8-35	К-700	1	1	1	1	0	50	350	283	284	0,0023	1	0
7	Соя	3	Внесення мінеральних добрив	35	445	5	Rodger	МТЗ-80	1	1	5	1	0	77	100	445	445	0,001	0	0
7	Соя	4	Вирівнювання площі	35	450	3	ЛК-6	К-700	1	1	1	1	0	36	350	450	451	0,0045	1	0
7	Соя	5	Культивация	35	486	6	КПС-4	ХТЗ-150К	1	1	2	1	0	32	250	486	487	0,0021	1	0
7	Соя	6	Вирівнювання площі	35	491	5	ЛК-6	К-700	1	1	1	1	0	36	350	491	492	0,0045	1	0
7	Соя	7	Сівба	35	491	5	Клен-4,5	МТЗ-80	1	1	5	1	0	46	100	493	494	0,0125	1	0
7	Соя	8	Обприскування	35	527	5	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	527	527	0,001	0	0
7	Соя	9	Обприскування	35	619	5	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	619	619	0,002	0	0
7	Соя	10	Обприскування	35	624	5	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	624	624	0,002	0	0
7	Соя	11	Пряме комбайнування	35	629	3	Дніпро	Дніпро	1	1	1	1	1	16	450	629	631	0,0193	2	0
7	Соя	12	Транспортування зерна	35	629	10	ЗИЛ-130	ЗИЛ-130	4	4	4	1	0	29	75	632	632	0	0	0
7	Соя	13	Перша очистка зерна	35	629	10	ОВП-20	ОВП-20	1	1	1	1	0	10	0	633	637	0	4	0
7	Соя	14	Друга очистка зерна	35	649	10	Пектус	ОВП-20	1	1	1	1	0	10	0	649	653	0	4	0

Додаток Е.

Результати моделювання та обґрунтування потреби у ресурсах для реалізації виробничих проєктів рослинництва

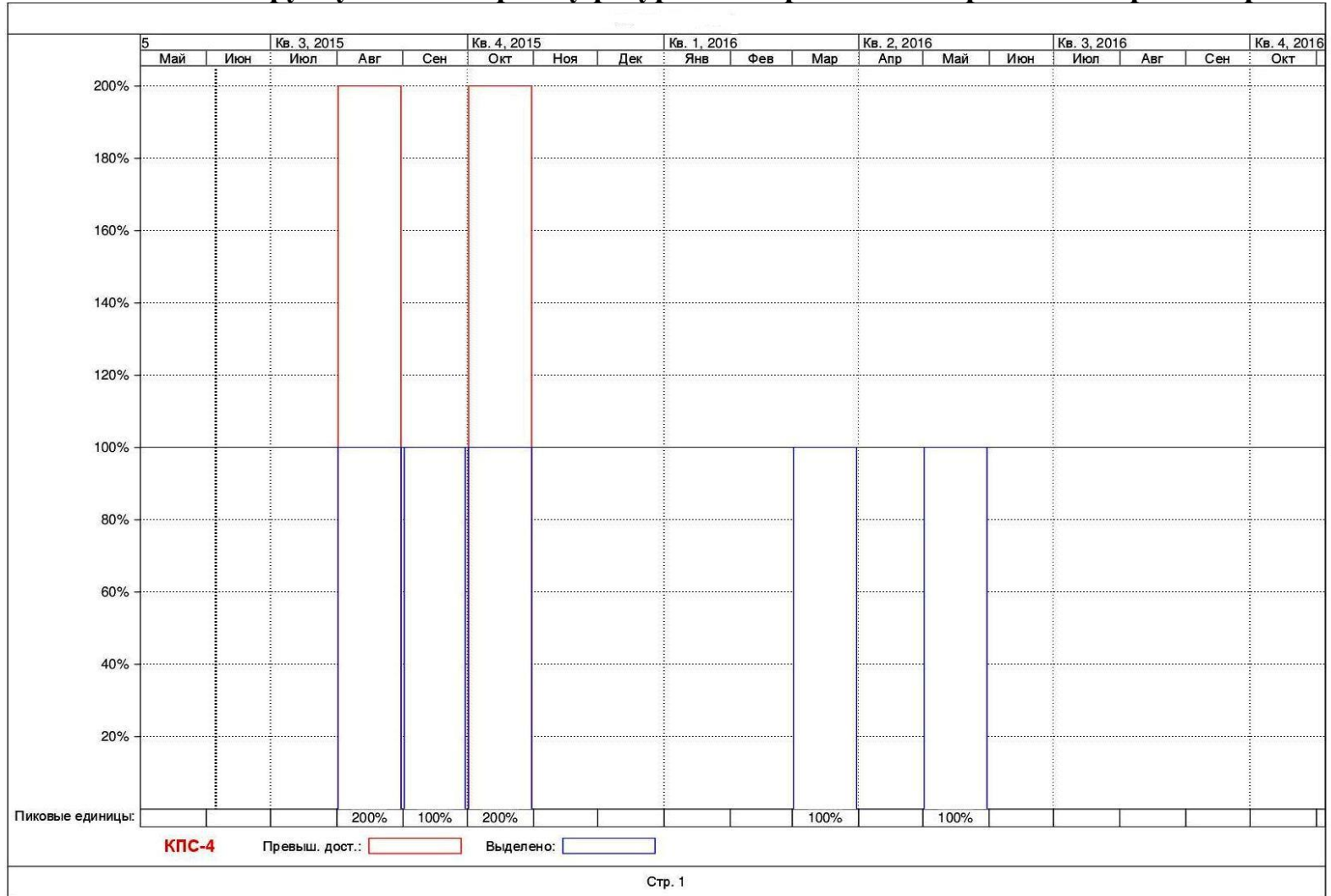


Рис. Е.1. Графік використання культиваторів КПС-3/4 в періоди перевищення доступності

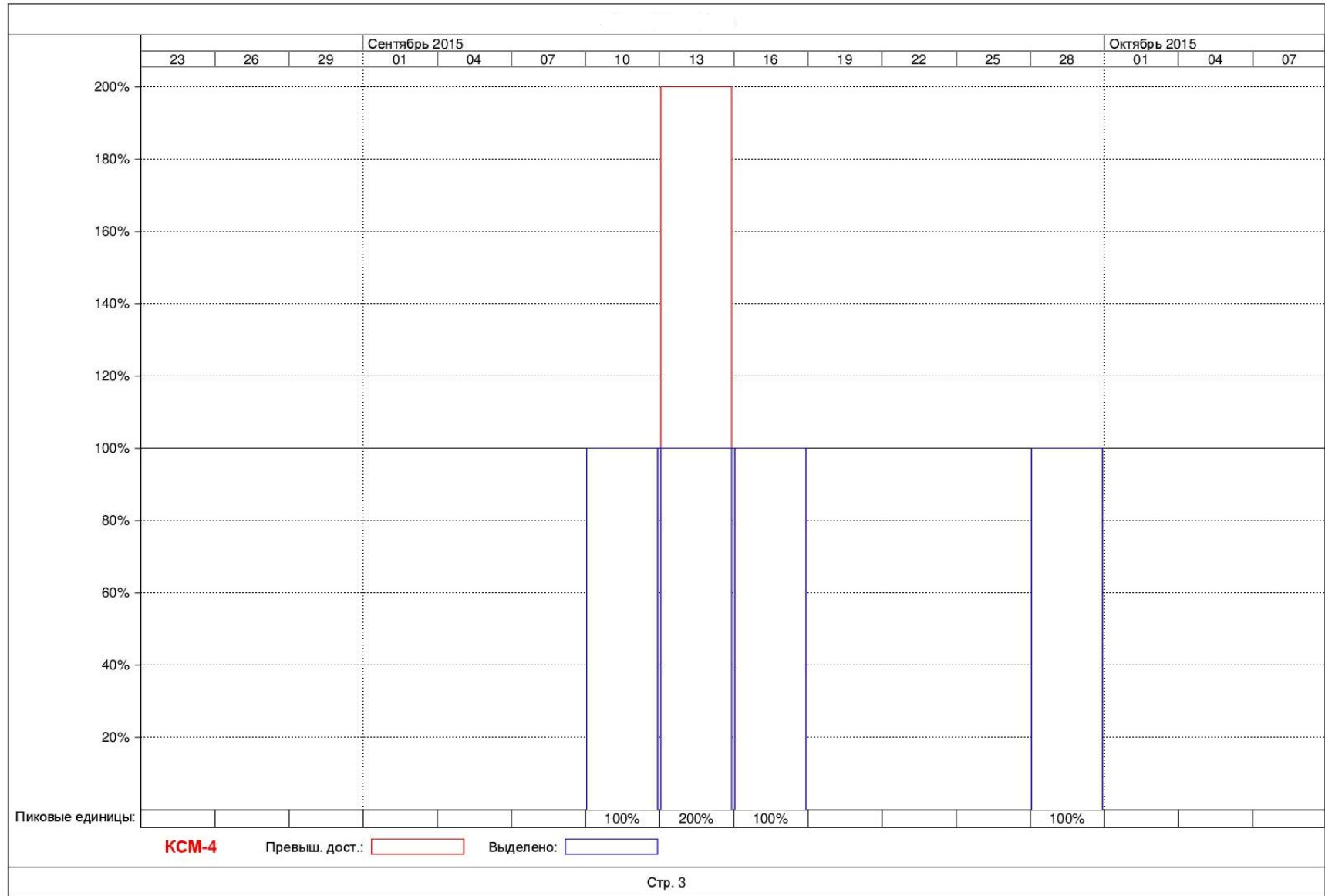


Рис. Е.2. Графік використання сівалки КСМ-4 в періоди перевищення доступності

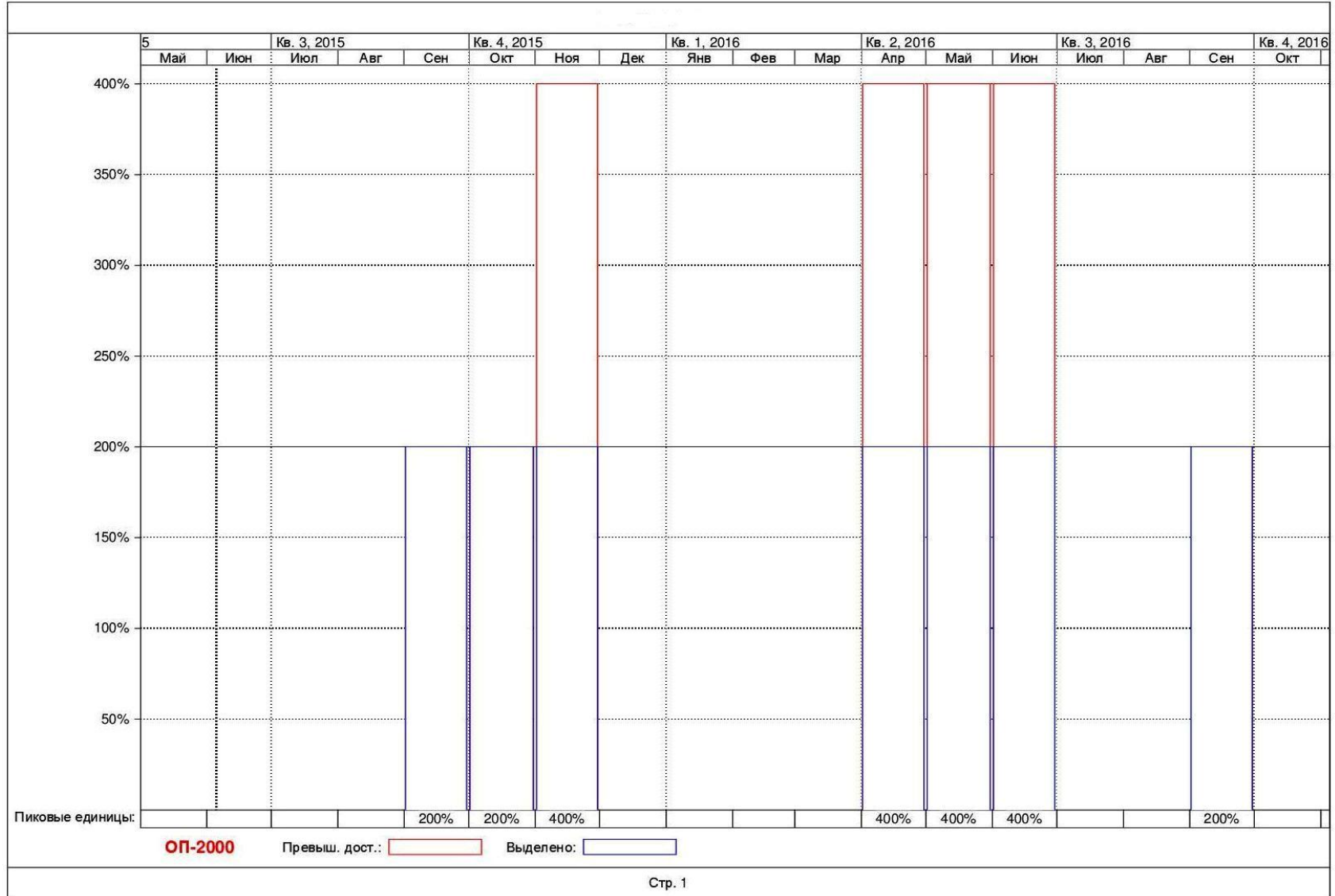


Рис. Е.3. Графік використання оприскувача ОП-2000 в періоди перевищення доступності

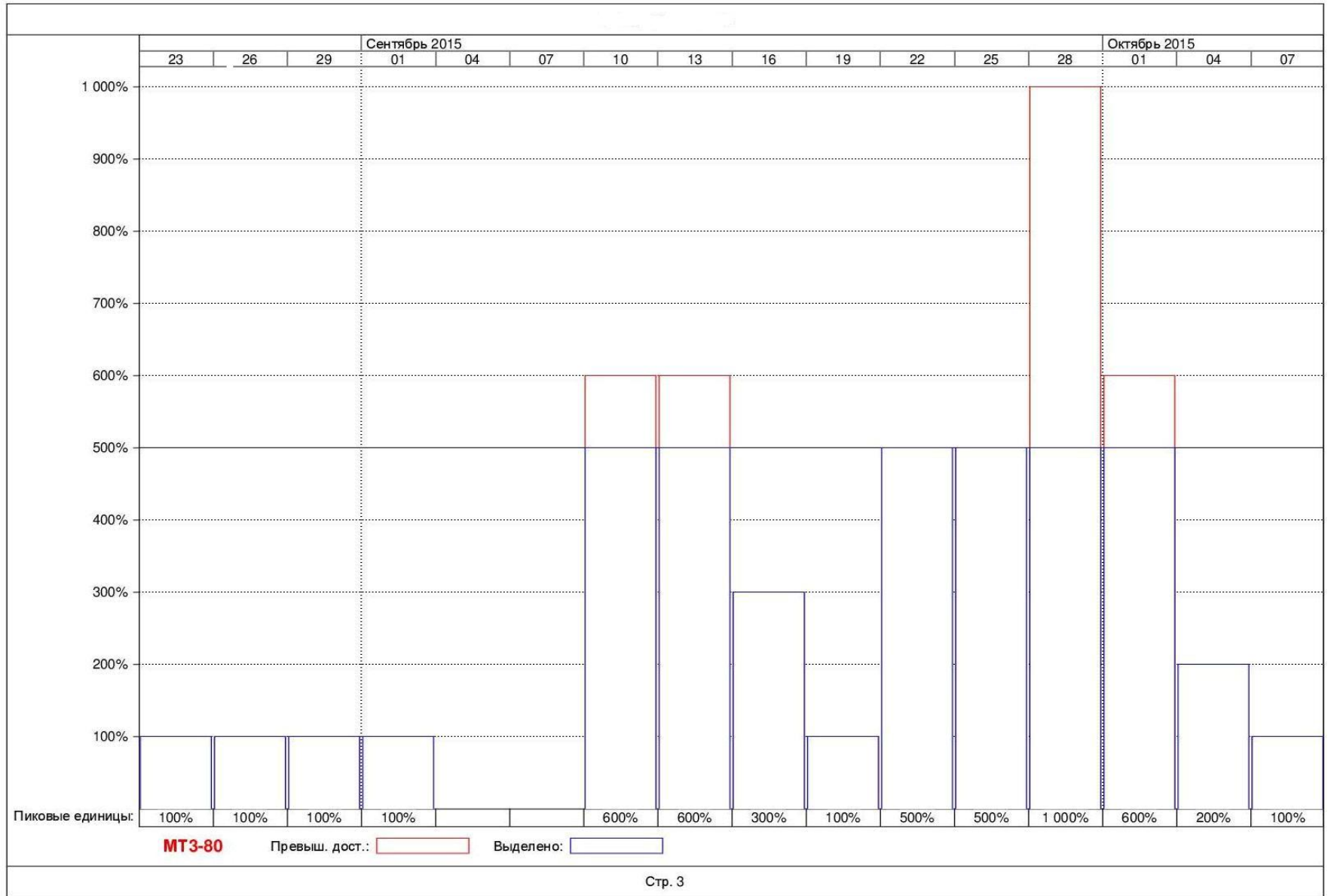


Рис. Е.4. Графік використання трактора МТЗ-80 в періоді перевищення доступності

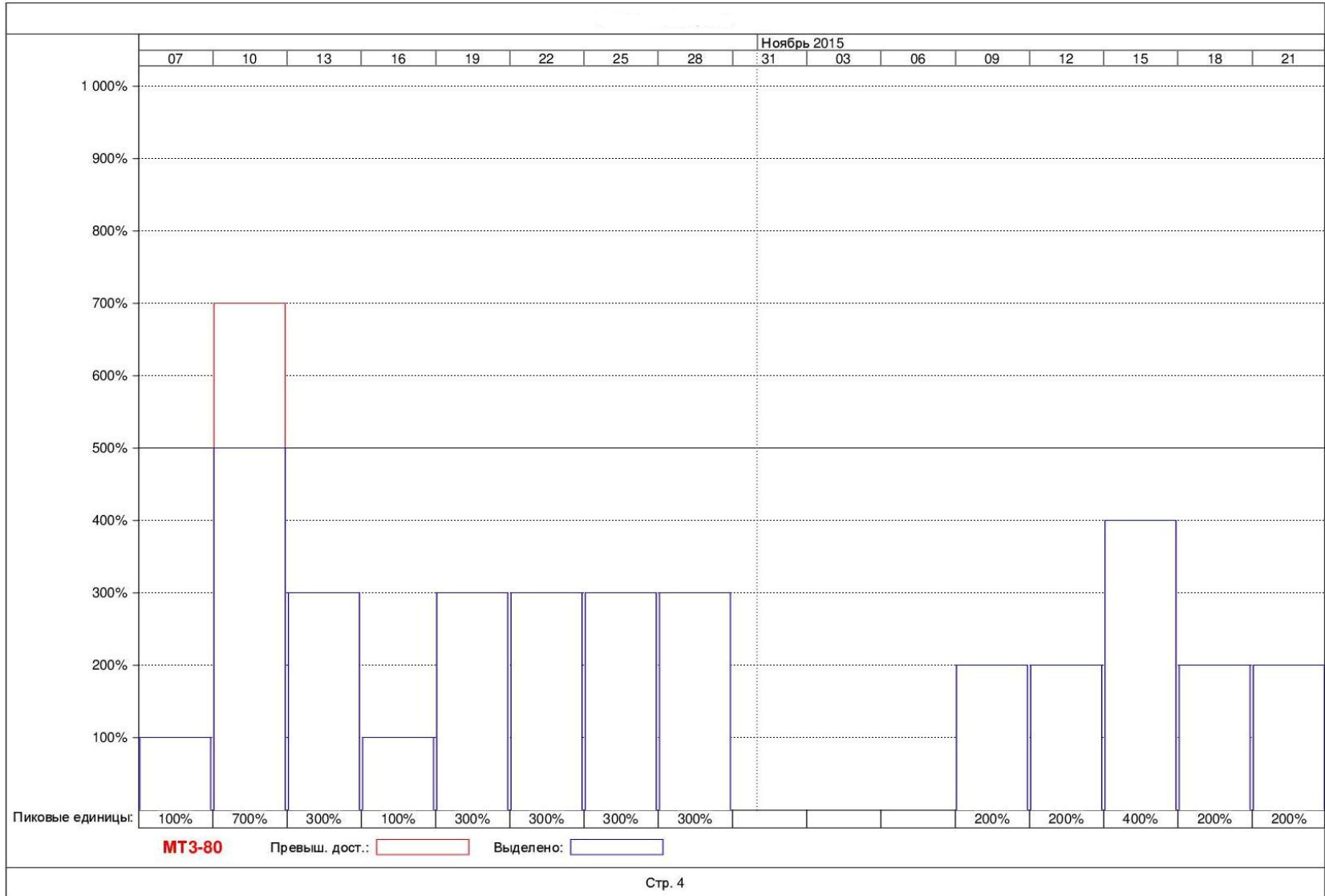


Рис. Е.5. Графік використання трактора МТЗ-80 в періоді перевищення доступності

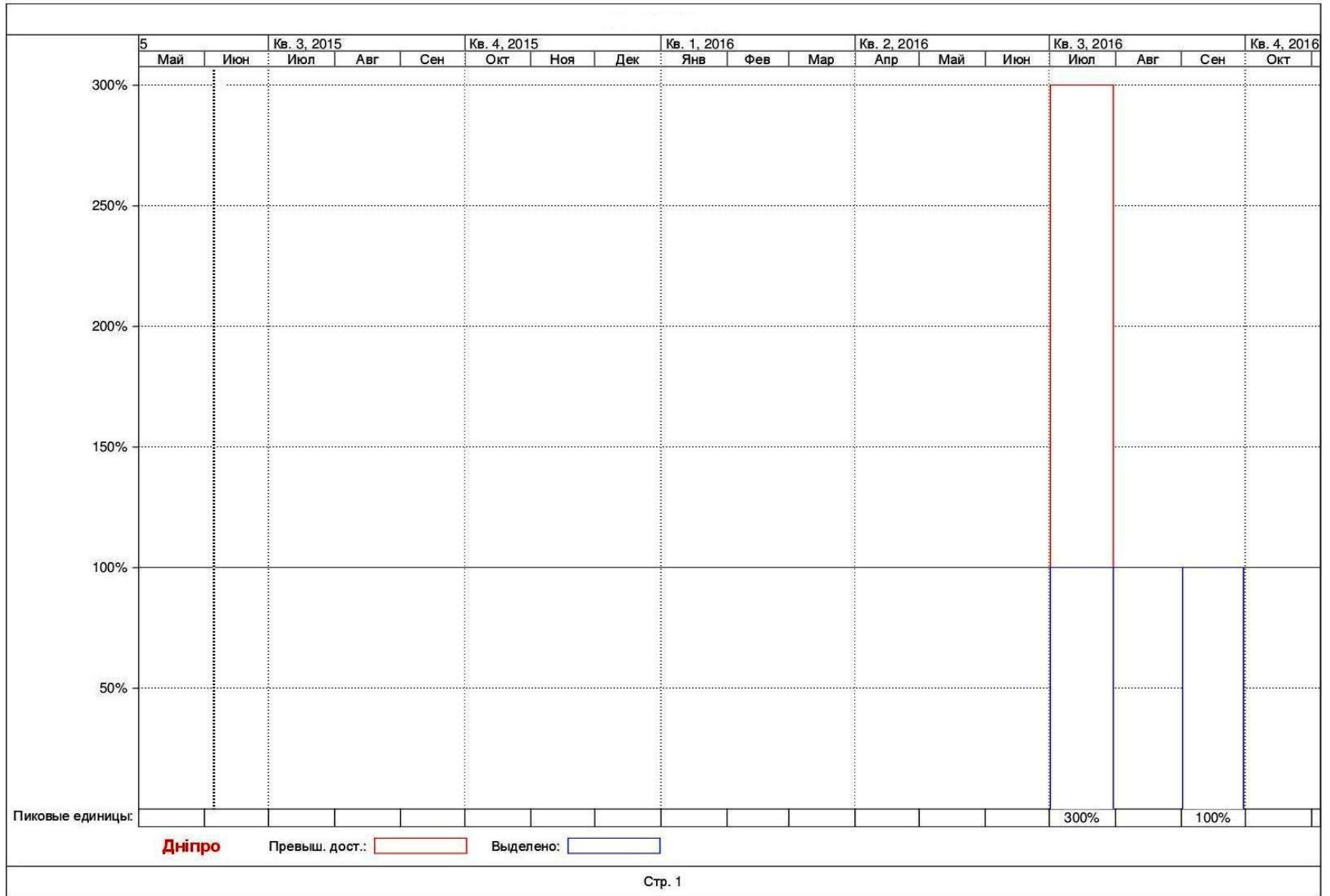
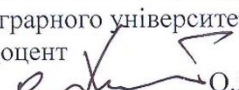


Рис. Е.6. Графік використання зернозбирального комбайна «Дніпро» в періоді перевищення доступності

Додаток Ж

Акти впровадження науково-дослідної роботи у виробництво

«ПОГОДЖЕНО»
керівник навчального відділу
Львівського національного
аграрного університету,
доцент

О.Я. МИКУЛА
“ 11 ” 09 2020 р.

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
проректор з наукової роботи
Львівського національного
аграрного університету,
професор

І.Б. ЯЦІВ
2020 р.



АКТ про впровадження НДР у навчальний процес

Ми, що підписалися нижче, завідувач кафедри інформаційних систем та технологій Львівського національного аграрного університету, д.т.н., в.о. професора Тригуба А.М., доценти цієї ж кафедри, к.т.н. Луб П.М. та к.т.н. Пташник В.В. з однієї сторони, а також виконавець НДР здобувач кафедри управління проектами та безпеки виробництва, Падюка Р.І., з другої сторони, склали цей акт про впровадження результатів закінченої науково-дослідної роботи «Моделі та методи управління ресурсами виробничих проектів рослинництва».

У навчальний процес Львівського національного аграрного університету для студентів факультету механіки та енергетики, які вивчають дисципліни «Управління проектами» та «Проектування інформаційних систем у рослинництві» впроваджено:

- методику управління виробничо-технічними ресурсами у виробничих проектах рослинництва, який враховує системний вплив мінливих характеристик проектного середовища та обмежених виробничо-технічних ресурсів;
- модель прогнозування втрат продукту виробничих проектах рослинництва, яка враховує технологічні вимоги щодо директивних термінів виконання робіт у проектах, їх масштаби, а також кількість та характеристики наявних виробничо-технічних ресурсів;
- алгоритм та комп'ютерну програму управління виробничо-технічними ресурсами виробничих проектів рослинництва, яка базується на розроблених нових моделях та методах, а також забезпечує якісне та пришвидшене прийняття відповідних управлінських рішень.

Тригуба А.М.

Луб П.М.

Пташник В.В.

Падюка Р.І.

«Затверджую»
 Проректор з науково-педагогічної роботи і адміністративно-соціальних питань


 Кічура М.В.

АКТ

« 11 » 2020 р.

про впровадження НДР у виробництво

Ми, що підписалися нижче, директор навчального науково-дослідного центру Львівського НАУ Ширий Б. Я. та головний інженер навчального науково-дослідного центру Львівського НАУ Свирида В.М., з однієї сторони, а також керівник, завідувач кафедри управління проектами та безпеки виробництва Львівського національного аграрного університету, к.т.н., доцент Тимочко В.О. та виконавець НДР, здобувач цієї ж кафедри Падюка Р.І., з другої сторони, склали цей акт про впровадження результатів закінченої науково-дослідної роботи «Моделі та методи управління ресурсами виробничих проектів рослинництва».

В результаті НДР виконано: 1) розроблено метод управління виробничо-технічними ресурсами у виробничих проектах рослинництва, який враховує системний вплив мінливих характеристик проектного середовища та обмежених виробничо-технічних ресурсів, що уможлиблює підвищення ефективності реалізації зазначених проектів за мінімальних втрат їх продукту; 2) розроблено модель прогнозування втрат продукту виробничих проектах рослинництва, яка враховує технологічні вимоги щодо директивних термінів виконання робіт у проектах, їх масштаби, а також кількість та характеристики наявних виробничо-технічних ресурсів; 3) розроблено модель вибору раціональних типів виробничо-технічних ресурсів для виконання робіт у виробничих проектах рослинництва, яка передбачає використання нейронної мережі.

У практику навчального науково-дослідного центру Львівського НАУ впроваджено: 1) методику прогнозування втрат продукту виробничих проектах рослинництва; 2) рекомендації щодо вибору раціональних типів виробничо-технічних ресурсів для виконання робіт у виробничих проектах рослинництва.

Ширий Б.Я.

Свирида В.М.

Тимочко В.О.

Падюка Р.І.