

П. М. ЛУБ, А. В. ТАТОМИР, Л. Л. СИДОРЧУК, А. О. ШАРИБУРА, В. Л. ПУКАС

ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИЙ СУПРОВІД УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ У ПРОЕКТАХ ЗБИРАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Означено потребу створення та використання інформаційно-аналітичних систем у проектах матеріально-технічного розвитку сільськогосподарських підприємств та, зокрема, супроводу управлінських рішень у проектах збирання врожаю сільськогосподарських культур. Наведено складові, що слід врахувати під час супроводу управлінських рішень у проектах розвитку технологічних систем збирання врожаю цукрових буряків. Подано загальну схему методики інформаційно-аналітичного супроводу управлінських рішень для проектів збирання врожаю сільськогосподарських культур. Показано як використання методу Монте-Карло (статистичного імітаційного моделювання) для відображення робіт у зазначених проектах дає змогу врахувати сукупний вплив некерованих та стохастичних складових проектного середовища на своєчасність цих робіт та ефективність реалізації проектів. Акцентовано на тому, що використання методів статистичного імітаційного моделювання дає змогу виконати багаторазові реалізації (ітерації) моделі віртуального проекту збирання врожаю сільськогосподарських культур. На цій підставі відтворюється мінливість (стохастичність) проектного середовища та його вплив на кінцеві показники реалізації проектів. Виконання таких комп'ютерних експериментів для різних управлінських рішень та опрацювання їх результатів за методами математичної статистики дає змогу оцінити ефективність операційного, тактичного та стратегічного управління проектами технологічних систем. Розкрито зв'язок між основними складовими проектів збирання врожаю культур, які здійснюють сукупний вплив на їх ефективність. На підставі розробленої статистичної імітаційної моделі технологічних процесів збирання цукрових буряків, яка є складовою відповідної інформаційно-аналітичної системи, виконано комп'ютерні експерименти та обґрунтовано управлінські рішення із узгодження часу запуску проектів збирання, обсягів виробничої площі та параметрів технічного оснащення цих проектів. Узагальнено переваги застосування інформаційно-аналітичних систем для управління проектами матеріально-технічного розвитку сільськогосподарських підприємств, що відіграє важливу роль у підвищенні ефективності процесами управління.

Ключові слова: інформаційно-аналітична система, проектне середовище, технологічні системи, моделювання, оцінення, супровід управлінських рішень, розвиток виробництва.

П. М. ЛУБ, А. В. ТАТОМИР, Л. Л. СИДОРЧУК, А. А. ШАРИБУРА, В. Л. ПУКАС

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ПРОЕКТАХ УБОРКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Отмечена необходимость создания и использования информационно-аналитических систем для проектов материально-технического развития сельскохозяйственных предприятий и, в частности, сопровождения управленческих решений в проектах уборки урожая сельскохозяйственных культур. Приведены составляющие, которые следует учесть при сопровождении управленческих решений в проектах развития технологических систем уборки урожая сахарной свеклы. Представлена общая схема методики информационно-аналитического сопровождения управленческих решений для проектов уборки урожая сельскохозяйственных культур. Показано как использование метода Монте-Карло (статистического имитационного моделирования) для отображения работ в указанных проектах позволяет учесть совокупное влияние неуправляемых и стохастических составляющих проектной среды на своевременность этих работ и эффективность реализации проектов. Акцентируется на том, что использование методов статистического имитационного моделирования позволяет выполнить многократные реализации (итерации) модели виртуального проекта уборки урожая сельскохозяйственных культур. На этом основании воспроизводится изменчивость (стохастичность) проектной среды и ее влияние на конечные показатели реализации проектов. Выполнение таких компьютерных экспериментов для различных управленческих решений и обработка их результатов по методам математической статистики позволяет оценить эффективность операционного, тактического и стратегического управления проектами технологических систем. Раскрыта связь между основными составляющими проектов уборки урожая культур, которые совокупно влияют на их эффективность. На основании разработанной статистической имитационной модели технологических процессов уборки сахарной свеклы, которая является составной соответствующей информационно-аналитической системы, выполнены компьютерные эксперименты и обоснованы управленческие решения по согласованию времени запуска проектов уборки, производственной площади и параметров технического оснащения этих проектов. Приведены общие выводы о преимуществах применения информационно-аналитических систем для управления проектами материально-технического развития сельскохозяйственных предприятий, что играет важную роль в повышении эффективности процессов управления.

Ключевые слова: информационно-аналитическая система, проектная среда, технологические системы, моделирование, оценка, сопровождение управленческих решений, развитие.

P. M. LUB, A. V. TATOMYR, L. L. SYDORCHUK, A. O. SHARYBURA, V. L. PUKAS

INFORMATION-ANALYTICAL SUPPORT OF MANAGEMENT DECISIONS IN CROP HARVESTING PROJECTS

The necessity of creation and use of information-analytical systems in the projects of materially-technical development of agricultural enterprises and, in particular, support of management decisions in the projects of crop harvesting is specified. The components that should be taken into account when supporting management decisions in the technological systems development of the harvesting sugar beet projects are shown. The general scheme of the methodology of information and analytical management decision support for crop harvesting projects is presented. It is shown as the usage of the Monte Carlo method (statistical simulation modeling) to reflect the work in these projects allows us to take into account the combined influence of unmanaged and stochastic components of the project environment on the timeliness of these works and the effectiveness of project implementation. The use of statistical simulation methods allows performing multiple implementations (iterations) of the virtual crop harvesting project model. On this basis, the variability (stochasticity) of the project environment and its impact on the final indicators of project implementation are reproduced.

© П. М. Луб, А. В. Татомир, Л. Л. Сидорчук, А. О. Шарибура, В. Л. Пукас, 2020

Вісник Національного технічного університету «ХПІ».

Performing such computer experiments for various management decisions and processing their results using mathematical statistics allows evaluating the effectiveness of operational, tactical and strategic project management of technological systems. The relationship between the main components of crop harvesting projects that have a cumulative effect on their effectiveness is revealed. Based on the developed statistical simulation model of sugar beet harvesting technological processes, computer experiments were performed and management decisions were made to coordinate the startup time of the harvesting projects, the production area, and technical equipment parameters. The advantages of using information-analytical systems for managing projects of materially-technical development of agricultural enterprises are generalized, which plays an important role in improving the efficiency of management processes.

Keywords: information-analytical system, project environment, technological systems, modeling, evaluation, support of management decisions, production development.

Вступ. Розвиток сільськогосподарського виробництва безпосередньо залежить від своєчасної реалізації проектів техніко-технологічного переоснащення діючих сільськогосподарських підприємств (СГП) [1, 2]. Однак до пріоритетних проектів слід віднести ті, що скеровані на підвищення доходів від виробництва сільськогосподарської продукції. Для їх реалізації потрібно враховувати вплив проектного середовища, конфігурації проектів та їх об'єктів, структури проектів та програм. Окрім того, потрібно володіти спеціалізованими методами і моделями управління проектами виробничої сфери. Це дасть змогу створювати та використовувати інформаційно-аналітичні системи (ІАС) супроводу управлінських рішень (СУР).

Особливістю проектів розвитку СГП є потреба враховувати вплив проектного середовища і природної складової. Її дія позначається на ефективності реалізації проектів. Для цього потрібно розробляти і застосовувати ІАС СУР. Зокрема, забезпечення своєчасності операційного управління процесами вирощування сільськогосподарських культур значною мірою залежить від агрометеорологічних умов. Стохастична дія та некерованість останніх призводить до запізнення із збиранням врожаю сільськогосподарських культур. Це підвищує вірогідність виникнення технологічних втрат врожаю.

На практиці ж, доводиться прогнозувати агрометеорологічні умови, моніторити стан ґрунту та врожаю культурних рослин, виконувати аналіз і прогноз тенденцій їх зміни (приросту врожаю тощо), а також приймати рішення щодо часу запуску проектів та тривалості виконання відповідних операційних процесів. Ефективність цих рішень значною мірою залежить від адекватності ІАС СУР та достовірності інформації щодо стохастичного впливу проектного середовища.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Визначенню часу запуску [1] та управління проектами [3, 4, 5, 6] розвитку СГП присвячено багато наукових праць [2, 7, 8, 9]. Зокрема у рільництві, цю проблему розглядають з позиції ефективності змісту робіт у проектах (виконання механізованих технологічних процесів (ТП)). Із цією метою обґрунтовують оптимальні терміни їх виконання, розроблено науково-методичні засади обґрунтування раціональних параметрів конфігурації проектів (технологічних комплексів машин) для своєчасного виконання множини робіт [1]. Зокрема, відомим є метод визначення оптимального часу запуску проектів

збирання цукрових буряків (ЗЦБ) для заданої природно-виробничої зони. Ця наукова праця розкрила методологічні особливості її розв'язання на основі статистичного імітаційного моделювання [10, 11, 12], що є важливим з позиції розроблення ІАС СУР. Однак, у цих методиках не розглядається можливість зміни часу запуску проектів, різних обсягів робіт (площі культури) та технічного оснащення. Тому, ці положення є первинними і потребують розвитку з позиції управління проектами технологічних систем (ТС) СГП.

Постановка завдання. Розкрити структуру ІАС СУР, виконати моделювання та встановити закономірності зміни ефективності проектів ЗЦБ за різного часу запуску проектів, виробничої площі культури та параметрів технічного оснащення.

Виклад основного матеріалу. Першим кроком у розробленні моделей оцінення управлінських рішень для тих чи інших проектів, є означення цілей, зовнішнього та внутрішнього середовища, а також особливостей їх взаємодії та сукупного впливу на показники ефективності цих проектів [13, 14]. Відповідно до системи знань із управління проектами [10, 15, 16], для досягнення поставлених цілей необхідно застосувати специфічні методи та моделі управління проектами впродовж їх життєвого циклу. Тому, для розроблення ІАС СУР щодо оцінення цінності проектів в умовах невизначеності необхідно опиратися на досвід та знання із попередніх проектів [1, 3, 10, 16].

Однак, використання цього підходу має свої недоліки. Зокрема, під час реалізації проектів виникають обмеження із кількістю кваліфікованих менеджерів у команді, проекти мають свої особливості і не завжди можна використати досвід попередніх тощо. Тому, для ефективного управління проектами слід застосовувати ІТ, які дають змогу враховувати їх особливості на підставі розробки спеціалізованих методів і моделей для ІАС СУР.

До цілей ІАС СУР також відносимо завдання розвитку проектів матеріально-технічного переоснащення СГП і формування виробничих ресурсів. Це уможливило виконання завдань проектів виробництва сільськогосподарської продукції із забезпеченням ефективності використання обмежених ресурсів. Фактично, проекти розвитку ТС СГП скеровані на врахування матеріально-інформаційних зв'язків на рівні площі полів під сільськогосподарськими культурами, комплексом спеціалізованих машин, що за ними закріплені, та

виконавцями. Ці параметри ТС, за умови їх узгодження між собою, дають змогу забезпечити екстремум показників ефективності як окремих проєктів ТС так і їх системну ефективність. Керуючись положеннями теорії управління проєктами необхідно підкреслити [16], що для ефективного функціонування таких виробничих систем реалізуються й інші проєкти виробничих підсистем. У цю множину (програму проєктів) входить ряд взаємопов'язаних один з одним проєктів. Управління проєктами, які входять до програм сільськогосподарського виробництва (зокрема, вирощування і збирання врожаю культур), здійснюється сумісно та одночасно для забезпечення їх координації, отримання системного (синергетичного) ефекту та підвищення керованості. Це неможливо досягнути без застосування ІАС СУР.

Досвід виробничої галузі переконує у тому, що час запуску проєктів збирання врожаю рослинної продукції залежить від таких складових проєктного середовища як стан полів та темпи досягання врожаю [1]. Цей час для окремих культур та проєктів також залежить від наявного технічного потенціалу [3, 7].

Визначення часу запуску рільничих проєктів належить до важливої управлінської задачі, розв'язання якої значною мірою визначає їх цінність, зокрема, обсяги зібраного врожаю. Методики визначення часу запуску проєктів мають враховувати стохастичність проєктного середовища, яка зумовлена впливом агрометеорологічних умов [1].

Отже, в аграрному виробництві існує науково-прикладна проблема підвищення цінності проєктів збирання урожаю на основі розроблення ІАС із оцінення впливу часу їх запуску, обсягів робіт та параметрів технічного оснащення на показники ефективності реалізації цих проєктів. Застосування ІАС СУР для узгодження часу запуску (тпз) проєктів ЗЦБ та виробничої площі (S) культури із параметрами технічного оснащення цих проєктів відіграє важливу роль у забезпеченні мінімальних питомих сукупних витрат коштів. Встановлення цих вартісних оцінок здійснюється на підставі функціональних показників відповідних ТП, що нами отримано на підставі комп'ютерних експериментів із розробленою ІАС (статистичною імітаційною моделлю ТП ЗЦБ в MS Visual Studio C# [12]) (рис. 1).



Рис. 1. Структура інформаційно-аналітичної системи супроводу управлінських рішень у проєктах збирання врожаю

В основу цієї моделі покладено системно-подієве відображення щоденних етапів виконання робіт у проєктах, що дало змогу врахувати: 1) стохастичний вплив природної (агрометеорологічної та біологічно-предметної) складової на календарні терміни збирання врожаю коренеплодів та природно дозволений фонд часу для роботи технічного оснащення (бурякозбирального комбайна); 2) щоденний приріст маси коренеплодів, а також вплив цього показника на добові темпи збирання врожаю; 3) вплив виробничої площі культури та продуктивності комбайна на тривалість відповідних ТП, а відтак і на функціональні показники їх ефективності.

Побудова закономірностей зміни оцінок математичного сподівання питомих обсягів

біологічних $\bar{M}[Q_o]$ та технологічних $\bar{M}[Q_m]$ витрат на підставі ІАС СУР дає змогу оцінити питомі сукупні витрати коштів, а відтак узгодити час запуску проєктів ЗЦБ та виробничу площу культури із параметрами технічного оснащення.

Для вартісного оцінення питомих технологічних витрат (Втл) використано формулу:

$$B_{ml} = \frac{U_{nd} \cdot S^u \cdot V_k}{S}, \quad (1)$$

де U_{nd} – поточна врожайність коренеплодів, що залишилися в d -у добу на незібраній площі S^u , ц/га;

V_k – ринкова вартість цукрових буряків, грн/ц;

S – виробнича площа культури, га.

Питомі експлуатаційні (технологічні) витрати (B_{mn}) визначають із загальновідомої формули:

$$B_{mn} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4, \quad (2)$$

де C_1 – оплата праці, грн/га; C_2 – вартість паливно-мастильних матеріалів, грн/га; C_3 – відрахування на амортизацію технічного оснащення, грн/га; C_4 – відрахування на поточний ремонт і ТО, грн/га.

Статистичне імітаційне моделювання робіт у проектах ЗЦБ й відповідні розрахунки для технічного оснащення (бурякозбиральних комбайнів та тракторних причепів-перевантажувачів коренеплодів) різної потужності дали змогу оптимізувати виробничу площу S^{opt} культури (рис. 2), а також встановити її залежність від часу запуску τ_{ns} цих проектів та потужності $N_{дв}$ технічного оснащення (рис. 3).

Зокрема, оптимізаційні розрахунки виконано на підставі чисельного методу за яким для кожного значення аргумента (виробничої площі культури) визначено питомі експлуатаційні витрати на виконання робіт у проектах ЗЦБ та питомі технологічні втрати коренеплодів. Оптимальне значення виробничої площі S^{opt} для заданого технічного оснащення проектів визначено графоаналітично: 1) графічно відображали залежності питомих експлуатаційних витрат, питомих технологічних втрат та питомих сукупних витрат коштів; 2) визначали площі за яких досягаються мінімальні значення питомих сукупних витрат коштів; 3) фіксували оптимальне значення виробничої площі для відповідного часу запуску проектів збирання врожаю.

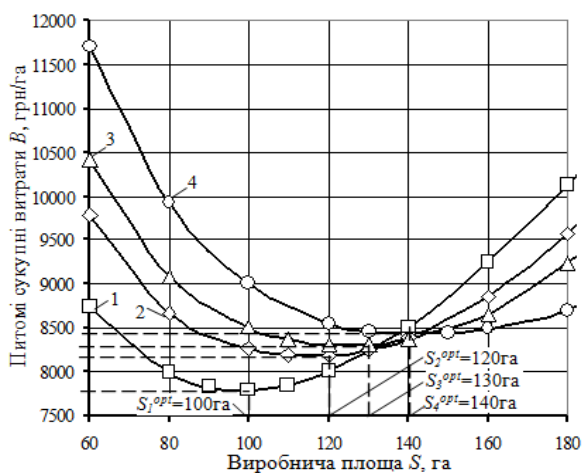


Рис. 2. Залежність питомих сукупних витрат у проектах ЗЦБ від виробничої площі цукрових буряків (для $\phi_{ns} = 275$ доба) за різного технічного оснащення: 1 – Franz Kleine SF-10-2 (275 кВт), ХТЗ-242К.20+Franz Kleine LS 16; 2 – CKC-624 «Палесце BS624-1» (290 кВт), ХТЗ-243К.20+Hawe Ruw 2500T; 3 – Holmer Terra-Dos T2 (308 кВт), ХТЗ-243К.20+Hawe Ruw 2500T; 4 – Ropa Euro-Tiger V8-3 (444 кВт), Claas Axion 930+ПІЗ-49 Атлант+ПІЗ-40

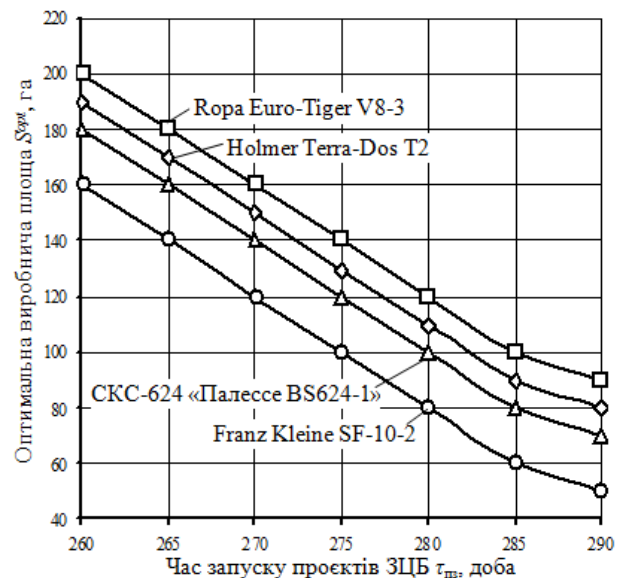


Рис. 3. Залежність оптимальної виробничої площі культури від часу запуску проектів ЗЦБ та потужності технічного оснащення

Відповідно до цього, для реалізації проектів ЗЦБ необхідно мати: 1) ІАС, які дають змогу кількісно оцінювати показники ефективності проектів та їх ризик; 2) кваліфікований персонал, який здійснюватиме моніторинг стану проектного середовища та формуватиме базу даних для ІАС СУР; 3) управлінську складову із відповідним обладнанням, що використовуватиме ІАС, дані моніторингу та здійснюватиме оцінення ефективності змісту робіт у проектах; 4) відповідне технічне оснащення; 5) потрібний обсяг трудових, матеріальних, інформаційних ресурсів тощо.

Висновки. Застосування ІАС, що включають статистичні імітаційні моделі проектів ТС рільництва дає змогу виконувати дослідження цих проектів, оцінювати зміст та своєчасність робіт та обґрунтовувати управлінські рішення за ймовірнісних умов проектного середовища. Врахування в ІАС СУР впливу агрометеорологічної складової на перебіг робіт у відповідних проектах дає змогу отримати об'єктивні результати комп'ютерних експериментів. На цій підставі встановлюють закономірності зміни показників ефективності за відповідного технічного оснащення проектів, часу їх запуску та обсягів виробничої площі культури. Вибір того чи іншого узгодження часу запуску проектів ЗЦБ та виробничої площі культури із параметрами технічного оснащення необхідно розглядати в контексті ТС окремого СГП. Збільшення потужності ($N_{дв} = 275; 290; 308$ та 444 кВт) технічного оснащення у проектах ЗЦБ зумовлює зростання оптимальної виробничої площі культури (для $\tau_{ns} = 275$ доба (3 жовтня) – $S^{opt} = 100; 120; 130$ та 140 га відповідно), а також зростання питомих сукупних витрат ($B = 7786,6; 8176,2; 8305,5$ та 8423,7 грн/га). Зміщення часу запуску цих проектів з 260 (18 вересня) до 285 доби (13 жовтня) зумовлює

потребу зменшення оптимальної виробничої площі культури на 68,8–55,0 % для технічного оснащення відповідної потужності.

Список літератури

1. Спічак В. С. Управління виробничо-технологічним ризиком у проєктах збирання цукрових буряків : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.13.22. Львів, 2010. 23 с.
2. Heidari G., Sohrabi Y., Esmailpoor B. Influence of harvesting time on yield and yield components of sugar beet. *J. Agri. Soc. Sci.* 2008. Vol. 4, No. 2. P. 69-73.
3. Тимочко В. О., Падюка Р. І. Ідентифікація параметрів виробничо-технічних ресурсів портфеля проєктів сільськогосподарського підприємства. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Сер. Агроінженерні дослідження*. 2013. № 17. С.22-29.
4. Lub P., Dnes V., Ukrainets V., Ivasyuk I. Features of management of industrial-technological risk in projects of processing of soil and seeding of cultures. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2010. Vol. 1, No. 2(43). P. 56-80.
5. Lub P. Features project management adaptive technological systems fertilization, soil preparation and sowing of crops. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2011. Vol. 1, No. 5(49). P. 39-41.
6. Sydorchuk O., Lub P., Ukrainets V., Ivasyuk I. Definitions and models of the main tasks of project management spring field work in agriculture. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2011. Vol. 1, No. 5(49). P. 33-35.
7. Тригуба А. М. Параметри технічного оснащення кооперативів із кормозабезпечення молочних ферм сімейного типу. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та енергетика АПК*. 2015. Вип. 226. С.301-307.
8. Dmytriv V., Dmytriv I., Lavryk Yu., Horodecky I. Models of adaptation of the milking machines systems. *BIO Web Conf. Contemporary Research Trends in Agricultural Engineering*. 2018. Vol. 10, 02004. doi.org/10.1051/bioconf/20181002004
9. Huijbregts T., Legrand G., Hoffman C., Olsson R. Long-term storage of sugar beet in North-West Europe. *COBRI Report №1*. 2013. P. 50.
10. Кононенко І. В., Агаї А. Імітаційне моделювання застосування альтернативних методологій для управління проєктом в області ІТ. *Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии*. 2016. Вып. 73. С. 74-86.
11. Rubinstein R. Y., Kroese D. P. *Simulation and the Monte Carlo method. 2-nd edition*. Wiley, 2007. 345 p.
12. Schildt H. C#: *The Complete Reference*. Osborne: The McGraw-Hill Companies; 2003. 752 p. doi: 10.1036/0072226803.
13. Bertalanffy L. *General system theory. Foundations, development, applications*. New York, 12th paperback printing, 2013. 296 p.
14. Harrington D. H., Dubman R. Equilibrium displacement mathematical programming model methodology and a model of the U.S. *Agricultural Sector*. Washington DC, USDA-ERS, Technical Bulletin Number 1918. 2008. P. 56-64.
15. Бушуев С. Д. Життєвий цикл хмарних технологій управління проєктами та програмами. *Управління проєктами та розвиток виробництва*. 2011. № 3. С. 9-14.
16. *The Standard for portfolio management. Third Edition*. Project management institute, 2013. 189 p.

References (transliterated)

1. Spichak V. S. *Upravlinnya vy`robny`cho-technologichny`m ry`zy`kom u proektax zby`rannya czukrovyy`x buryakiv : avtoref. dy`s. na zdobuttya nauk. stupenya kand. tekhn. nauk : spets. 05.13.22*

- «Upravlinnya proektamy ta prohramamy» [The production-technological risk management in the projects of sugar beets harvesting: Abstract of a thesis cand. eng. sci. diss. 05.13.22 "Project and program management"]. Lviv, 2010. 23 p.
2. Heidari G., Sohrabi Y., Esmailpoor B. *Influence of harvesting time on yield and yield components of sugar beet*. *J. Agri. Soc. Sci.*, Vol. 4, No. 2, 2008. pp. 69-73.
 3. Tymochko V. O., Padyuka R. I. *Identyfikaciya parametriv vyrobnycho-technichnyh resursiv portfelya proektiv silskogospodarskogo pidpryyemstva* [The parameters Identification of production and technical resources of the agricultural enterprise project portfolio]. *Visnyk Lvivskogo nacionalnogo agrarnogo universytetu. Ser: Agroinzhenerni doslidzhennya* [Bulletin of Lviv National Agrarian University. Series: Agroengineering research]. 2013, no. 17. pp. 22-29.
 4. Lub P., Dnes V., Ukrainets V., Ivasyuk I. Features of management of industrial-technological risk in projects of processing of soil and seeding of cultures. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2010, vol. 1, no. 2(43). pp. 56-80.
 5. Lub P. Features project management adaptive technological systems fertilization, soil preparation and sowing of crops. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2011. Vol. 1, No. 5(49). pp. 39-41.
 6. Sydorchuk O., Lub P., Ukrainets V., Ivasyuk I. Definitions and models of the main tasks of project management spring field work in agriculture. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2011, vol. 1, no. 5(49). pp. 33-35.
 7. Tryguba A. M. Parametry tehničnogo osnashhennya kooperatyviv iz kormozabezpechennya molochnyh ferm simejnogo typu [Parameters of cooperatives technical equipment for feeding of family type dairy farms]. *Naukovyj visnyk Nacionalnogo universytetu biosursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy. Seriya: Tehnika ta energetyka APK* [Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Series: APC Engineering and Energy]. 2015, vol. 226. pp. 301-307.
 8. Dmytriv V., Dmytriv I., Lavryk Yu., Horodecky I. Models of adaptation of the milking machines systems. *BIO Web Conf. Contemporary Research Trends in Agricultural Engineering*. Vol. 10, 02004 (2018). doi.org/10.1051/bioconf/20181002004
 9. Huijbregts T., Legrand G., Hoffman C., Olsson R. Long-term storage of sugar beet in North-West Europe. *COBRI Report №1*. 2013. p. 50.
 10. Kononenko I. V., Agai A. Imitatsionnoe modelirovanie primeneniya alternativnyh metodologiy dlya upravleniya proektom v oblasti IT [Simulation of the alternative methodologies use for project management in the IT]. *Otkrytiye informatsionnye i kompyuternye integrirovannyye tehnologii* [Open Information and Computer Integrated Technologies]. 2016, vol. 73. pp. 74-86.
 11. Rubinstein R. Y., Kroese D. P. *Simulation and the Monte Carlo method. 2-nd edition*. Wiley, 2007. 345 p.
 12. Schildt H. C#: *The Complete Reference*. Osborne: The McGraw-Hill Companies, 2003. 752 p. doi: 10.1036/0072226803.
 13. Bertalanffy L. *General system theory. Foundations, development, applications*. New York, 12th paperback printing, 2013. 296 p.
 14. Harrington D. H., Dubman R. Equilibrium displacement mathematical programming model methodology and a model of the U.S. *Agricultural Sector*. Washington DC, USDA-ERS, Technical Bulletin Number 1918. 2008. pp. 56-64.
 15. Bushuyev S. D. Zhytlyevyj cykl hmarnyh tehnologij upravlinnya proektamy ta programamy [Elektronnyj resurs] [Lifecycle of cloud-based project and program management technologies [Online resource]. *Upravlinnya proektamy ta rozvytok vyrobnyctva* [Project management and production development]. 2011, no 3. pp. 9-14.
 16. *The Standard for portfolio management. Third Edition*. Project management institute, 2013. 189 p.

Надійшла (received) 20.12.2019

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Луб Павло Миронович (Луб Павел Миронович, Lub Pavlo Mironovych) – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інформаційних систем та технологій Львівського національного аграрного університету, м. Дубляни; тел.: (032) 22-42-960; e-mail: pollylub@ukr.net.; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9600-0969>.

Татомир Андрій Володимирович (Татомир Андрей Владимирович, Tatomyr Andriy Volodymyrovych) – кандидат технічних наук, в.о. доцента кафедри інформаційних систем та технологій Львівського національного

Вісник Національного технічного університету «ХП».

аграрного університету, м. Дубляни; тел.: (032) 22-42-960; e-mail: andrew.tatomyr@gmail.com.; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3274-7083>.

Сидорчук Леонід Леонідович (Сидорчук Леонид Леонидович, Sydorchuk Leonid Leonidovych) – кандидат технічних наук, в.о. доцента кафедри інформаційних систем та технологій Львівського національного аграрного університету, м. Дубляни; тел.: (032) 22-42-960; e-mail: leonid42@ukr.net.; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4216-8808>.

Шарибура Андрій Остапович (Шарибура Андрей Остапович, Sharybura Andriy Ostarovych) – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри експлуатації та технічного сервісу машин ім. професора О.Д. Семковича Львівського національного аграрного університету, м. Дубляни; тел.: (032) 22-42-952; e-mail: ascharibura@gmail.com.; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7329-8774>.

Пукас Віталій Леонідович (Пукас Виталий Леонидович, Pukas Vitaliy Leonidovych) – здобувач кафедри тракторів, автомобілів та енергетичних засобів Подільського державного аграрно-технічного університету, м. Кам'янець-Подільський; тел.: (03849) 6-83-46; e-mail: pukas.ivanna@mail.ru.; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0083-7359>.