



КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ

DOI: 10.32782/2078-0877-2024-24-1-13

УДК 004.822

О. Є. Мацулевич¹, канд. техн. наук ORCID: 0000-0001-5553-709X¹ *Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного*

e-mail: oleksandr.matsulevych@tsatu.edu.ua, тел.: +380972604374

**ЗАСТОСУВАННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ PLM-СИСТЕМИ
TECHNOLOGI CS ПРИ РОЗРОБЦІ АВТОМАТИЗОВАНОЇ
СИСТЕМИ ВЕДЕННЯ КОНСТРУКТОРСЬКО-
ТЕХНОЛОГІЧНИХ БАЗ ДАНИХ ПІДПРИЄМСТВА
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО МАШИНОБУДУВАННЯ**

Анотація. В роботі обґрунтовується необхідність та пропонується автоматизована система ведення конструкторсько - технологічних баз даних, яка розроблена на основі системи Technologi CS. Засоби настроювання, які є в автоматизованій системі, дозволяють організувати поповнення електронних довідників із зовнішніх електронних каталогів. Гнучка система розподілу прав доступу користувачів дозволяє надійно захистити вміст баз даних (БД) від несанкціонованих змін (як випадкових, так і внесених навмисне), розділити можливості коректування базових довідників і використання даних з них. Трудомісткість виконання технологічних операцій визначається експертним (дослідно-статистичним) шляхом, по нормувальних таблицях або із застосуванням будь-якого власного розрахункового модуля, що працює по алгоритму, закладеному користувачем. Дані про штучний і підготовчо-заключний час доповнюють електронний техпроцес. Пропонована система дозволяє більш прозоро й логічно зв'язати задачі підготовки та планування виробництва, матеріального обліку й обліку виготовлення продукції на машинобудівному підприємстві.

Ключові слова: програмне забезпечення, система автоматизованого проектування (САПР), числове програмне управління, автоматизована система, бази даних (БД), автоматизоване робоче місце (АРМ).

Постановка проблеми. Машинобудування, а особливо сільськогосподарське машинобудування, є провідною галуззю в промисловості. Тому розвиток машинобудування і технічний рівень машин, що випускаються в значній мірі визначає розвиток і технічний рівень усіх галузей народного господарства. Щоб забезпечити високу якість виробленої продукції необхідно активно впроваджувати у виробництво системи автоматизованого проектування.

Впровадження сучасних технологій автоматизації проектування та підготовки виробництва є життєво важливою необхідністю, так як



невирішеність цього питання обмежує перспективи розвитку підприємства, пов'язані з розширенням номенклатури пристроїв, освоєнням випуску продукції, ув'язненням і своєчасним виконанням експортних контрактів і участю в міжнародному поділі праці.

Тому, з огляду на вищезазначене, виникає необхідність впровадження нової «з нуля», або істотної модернізації вже існуючої системи автоматизованого проектування (САПР) машинобудівного підприємства.

Аналіз попередніх досліджень та формулювання цілей статті. Передпроектні дослідження машинобудівних підприємств та підприємств сільськогосподарського машинобудування показало, що майже на всіх них існують системи САПР, але їх функціонал потребує значного вдосконалення та модернізації. Модернізація вже існуючої САПР підприємства полягає в розробці та підключенні блоку автоматизованої системи ведення конструкторсько-технологічних баз даних, що дозволить значно скоротити терміни технологічної підготовки виробництва.

Для вирішення існуючої проблеми пропонується використовувати систему Technologi CS.

Можливості системи Technologi CS дозволять більш прозоро й логічно зв'язати задачі підготовки та планування виробництва, матеріального обліку й обліку виготовлення продукції. Вся система Technologi CS побудована на одній ідеї: *«Робота всіх основних служб машинобудівного підприємства агропромислового комплексу (конструкторів, технологів, нормувальників, планово-економічної й виробничо-диспетчерській служб, служби матеріально-технічного постачання, цехових диспетчерів і технологів, майстрів, служби головного механіка й т.д.) - це єдиний процес, що забезпечує випуск продукції»*.

Схематично перелік завдань, при рішенні яких може прямо або побічно використовуватися ІС Technologi CS, і застосовувані для цього вихідні дані представлені на рис. 1.

Ідеологія пропонованої автоматизованої системи, на базі системи системи Technologi CS, припускає активне використання електронних даних у єдиному інформаційному середовищі, а це означає колективну роботу (у режимі реального часу) багатьох користувачів з різних служб із однією і тією ж взаємозалежною інформацією, використання інформації про проєктовані вироби, матеріали, з яких вони зроблені, технологічні операції обробки на всіх стадіях виробничого процесу - від розробки виробу до контролю його виготовлення, використовувати технічну інформацію не тільки у вигляді документів, але й у різних її поданнях на екрані й на папері - у вигляді зведених і детальних звітів, діаграм, таблиць і т.д.



Рис. 1. Вихідні дані й розв'язувані завдання

Щоб забезпечити всі можливості й при цьому максимально скоротити кількість вірогідних помилок, усунути необов'язкові перевірки й узгодження, спростити проведення змін, користувачі системи мають працювати фізично із однією й тією же базою даних нормативно-технічної інформації. Це набір блоків, в яких зібрана інформація про те, яке устаткування є на підприємстві, які матеріали використовуються, який можна застосовувати інструмент, яке є оснащення (у тому числі власного виготовлення), які використовуються стандартні і придбані вироби. Електронні довідники можуть містити не тільки номенклатуру, але й усілякі характеристики й параметри верстатів, інструмента, матеріалів, 3D моделі виробів, які виготовляються підприємстві (рис. 2).

Засоби налаштування, які є в автоматизованій системі, дозволяють організувати поповнення електронних довідників із зовнішніх електронних каталогів. Гнучка система розподілу прав доступу користувачів дозволяє надійно захистити вміст баз даних (БД) від несанкціонованих змін (як випадкових, так і внесених навмисне), розділити можливості коректування базових довідників і використання даних з них.

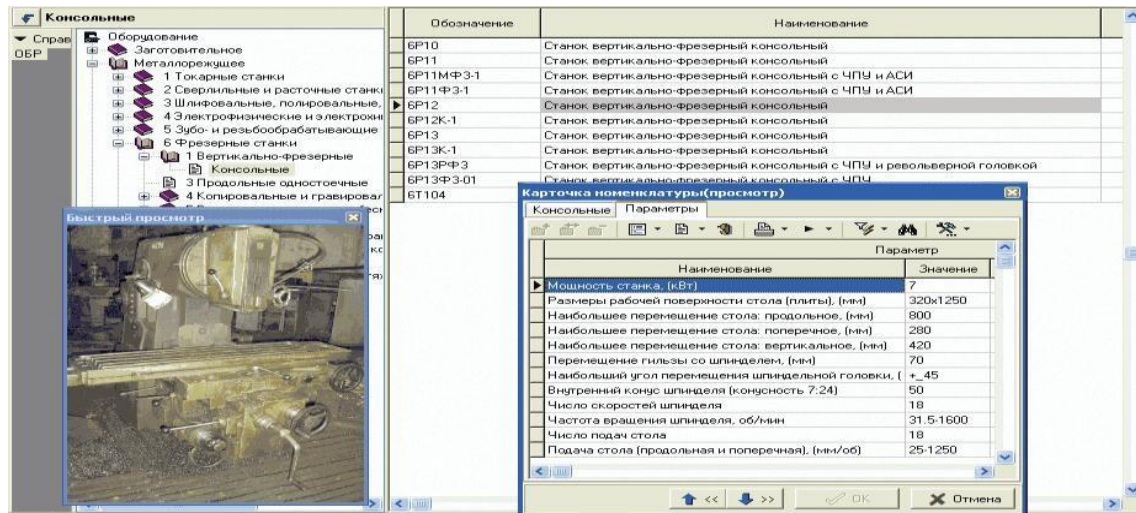


Рис. 2. Формування електронної бази даних верстатів з ЧПУ машинобудівного підприємства

Також у пропонованій системі можна розташувати довідники промислових виробів, що виготовляються на конкретному підприємстві. Уміст таких довідників формується й підтримується в процесі повсякденної роботи конструкторської служби. При розробці нових і модернізації існуючих виробів, вузлів, деталей у єдину БД надходить інформація про них (номенклатура вузлів і деталей, електронні специфікації, що відбивають склад конкретних складальних одиниць, їхні параметри й характеристики).

По специфікаціях автоматично будується деревоподібна структура виробів (рис. 3). Підсистема архіву й документообігу дозволяє організувати колективну роботу з електронними документами. Забезпечується логічно централізоване й фізично розподілене захищене зберігання документів, автоматичний розподіл прав доступу до електронних документів залежно від приналежності документа до робочої групи або проекту, його поточного стану, наявності на ньому електронних підписів, а також місця зберігання в структурі електронного архіву. Підсистема маршрутизації дозволяє при необхідності організувати процес узгодження й твердження документів в електронному виді.

Для конструкторської служби підприємства пропонована система являє собою базу даних по всім наявним деталям, складальним одиницям, виробам, електронний архів пов'язаної з ними документації, тривимірних моделей і т.д., середовище для роботи зі специфікаціями й структурою виробів. Всім іншим службам робота конструкторів забезпечує наявність у єдиній БД достовірної і актуальної інформації про склад виробів, а також про окремі деталі й вузли.

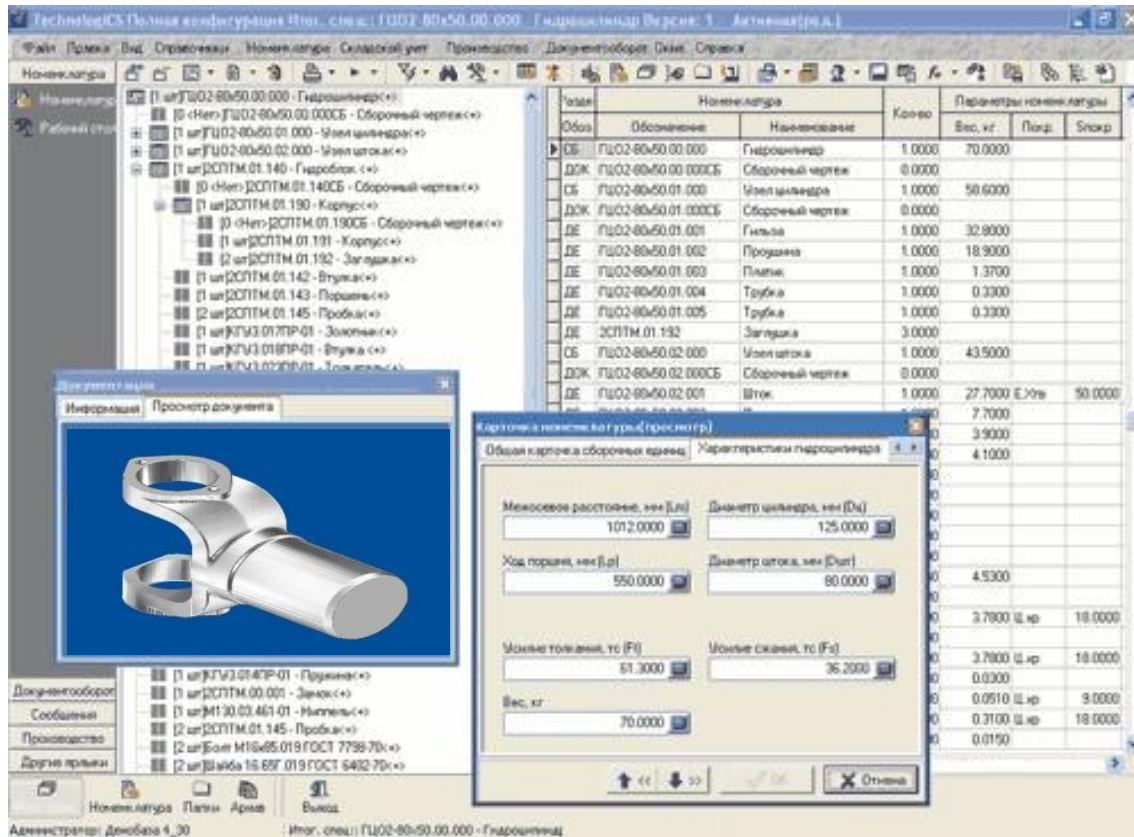


Рис. 3. Деревоподібна структура виробів підприємства

Для технологічної підготовки виробництва у БД, крім інформації про виріб, розміщені довідники технологічних операцій і переходів, устаткування, інструмента й оснащення, матеріалів, що дає можливість конструктору і технологу працювати у єдиному програмному середовищі. Конструктор створює деталь і заносить у БД системи інформацію про неї (креслення, технічні вимоги й т.д.), а технолог, працюючи з тією ж самою БД, проектує виготовлення деталі. Він доповнює БД інформацією про матеріал заготовки, визначає послідовність технологічних операцій, устаткування, необхідне оснащення, технологічні переходи, режими обробки й т.д.

Електронний технологічний процес в пропонованій системі - наскрізний, тобто він являє собою повний опис послідовності виготовлення відповідної деталі або складальної одиниці, що включає всі технологічні операції, які необхідно здійснити. Ступінь детальності опису технології системою ніяк не регламентована й визначається винятково вимогами підприємства. Система TechnologiCS дозволяє з рівним успіхом працювати як із гранично спрощеними маршрутними технологіями, так і зі складними операційними техпроцесами, що нараховують сотні операцій і переходів, - що актуально для серійного виробництва. На підставі технології, спроектованої в електронному виді, можна автоматично

сформувати необхідні комплекти технологічної документації різного призначення й ступеня складності (рис. 4).

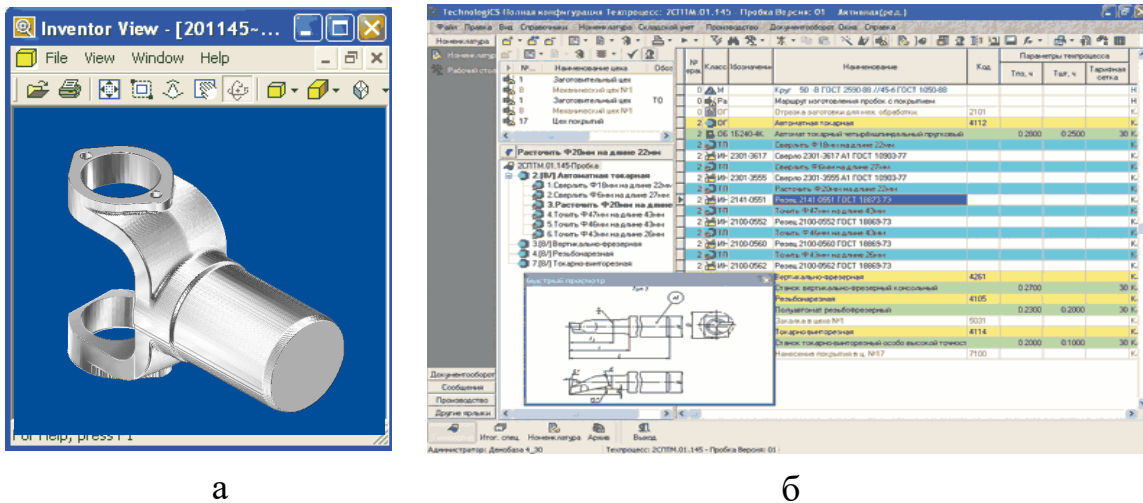


Рис. 4. Деталь (а) та технологія в електронному вигляді (б)

Пропонована автоматизовані система, побудована на основі системи Technologi CS передбачає різні методи проектування техпроцесів:

- у діалоговому режимі з використанням стандартних довідників операцій, устаткування, інструмента;
- по аналогу, із запозиченням розроблених раніш ТП з їх наступним повним або частковим коректуванням;
- в автоматичному режимі на основі ТП комплексної деталі;
- зі стандартних параметризованих фрагментів техпроцесу;
- в автоматизованому режимі з використанням власних програмних модулів.

Зображення, створені в будь-якій програмі, яка дозволяє зберігати файли в стандартному растровому або WMF-форматі, можна використовувати в електронних ТП як операційні ескізи. Для нормувальників у комплект поставки включені модулі автоматизованого розрахунку норм витрати матеріалів для деталей із сортового прокату, труб (рис. 5), а також з неметалічних матеріалів (піломатеріали, текстоліт, склопластик і ін.).

Трудомісткість виконання технологічних операцій визначається експертним (дослідно-статистичним) шляхом, по нормувальних таблицях або із застосуванням будь-якого власного розрахункового модуля, що працює по алгоритму, закладеному користувачем. Дані про штучний і підготовчо-заклучний час доповнюють електронний техпроцес. Система на стадії технологічної підготовки виробництва використовується відповідними службами як:

Рис. 5. Автоматизований розрахунок норм витрати матеріалу

- БД по деталях, складальних одиницях, виробках (включаючи моделі, креслення, специфікації, раніше розроблені техпроцеси);
- бібліотека стандартних технологічних рішень і часто застосовуваних фрагментів ТП;
- БД використовуваного устаткування, інструмента, засобів оснащення, що відповідає документації (креслень, заявок і т.д.);
- АРМ проектування техпроцесів для різних видів обробки, нормування матеріалів і трудомісткості, випуску всілякої технологічної документації;
- середовище для організації колективної роботи різних фахівців технологічної служби.

Висновки. Пропонована в роботі автоматизована система ведення конструкторсько-технологічних баз даних на машинобудівному підприємстві, маючи у своєму розпорядженні базу даних по всіх виробках, плановану потребу у продукції, а, також, інформацією про залишки, можна скласти виробничу програму, тобто визначити, які вироби, у якій кількості й на який термін необхідно виготовити на конкретному машинобудівному підприємстві.

Список використаних джерел

1. Мацулевич О. Є., Щербина В. М., Залевський С. В. Автоматизація процесу геометричного моделювання робочих поверхонь насадок для фонтанів. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2019. Вип. 8, Т. 1. С. 55–68.



2. Мацулевич О. Є., Щербина В. М. Використання пакету прикладних програм NETCRACKER. *Фундаментальна підготовка фахівців у природничо-математичній, технічній, агротехнологічній та економічній галузях*: матеріали Всеукраїнської наук.-практ. конференції з міжнар. участю, м. Мелітополь, 11-13 вересня 2017 р. Мелітополь, 2017. С. 107–108.

3. Корчинський В. М., Свиначенко Д. М., Мацулевич О. Є. Методи підвищення інформаційних показників багатоспектральних зображень на основі ортогоналізації даних. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2014. Вип. 14(2). С. 264–270.

4. Щербина В. М., Холодняк Ю. В., Івженко О. В. Впровадження комп'ютерної графіки в навчальний процес при підготовці фахівців інженерних спеціальностей. *Удосконалення освітньо-виховного процесу в закладі вищої освіти*. 2020. Вип. 24. С. 554–558.

5. Мацулевич О. Є., Зінов'єва О. Г. Розв'язання задач аналізу тренд-сезонних часових рядів. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2019. Вип. 19(2). С. 264–270.

6. Мацулевич О. Є., Щербина В. М., Антонова Г. В. Програмне забезпечення для автоматизованого визначення параметрів різального інструменту фрезерної обробки корпусних деталей. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2020. Вип. 20, т. 3. С. 275–281.

7. Мацулевич О. Є., Вершков О. О., Холодняк Ю. В., Чаплінський А. П. Розробка мурашиного алгоритму для оптимізації оперативного планування робіт по збиранню врожаю кісточкових. *Плодовий сад – новітнє в теорії та практиці*: матеріали V Всеукр. наук.-практ. інтернет-конференції. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. С. 106–110.

8. Гавриленко Є. А., Чаплінський А. П., Тетервак І. Р. Розробка функціональної моделі процесу створення САПР геометричних поверхонь зубозаточувального інструменту. *Розвиток сучасної науки та освіти: реалії, проблеми якості, інновації*: матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конф. (Запоріжжя, 29-31 травня 2023 р.) Запоріжжя: ТДАТУ, 2023. С. 48–56.

9. Дереза О. А., Антонова Г. В., Тетервак І. А., Валієва К. М. Аналітичні дослідження методики інтелектуального аналізу даних. *Розвиток сучасної науки та освіти: реалії, проблеми якості, інновації*: матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конф. (Запоріжжя, 29-31 травня 2023 р.) Запоріжжя: ТДАТУ, 2023. С. 147–153.

10. Гавриленко Є. А., Холодняк Ю. В., Мірошніченко М. Ю. Алгоритм моделювання одновимірних обводів за заданими умовами. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2022. Вип. 12, том 1. № 22.



11. Івженко О. В., Антонова Г. В. Реверс інжиніринг та виготовлення складної тривимірної поверхні. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2022. Вип. 12, том 1. № 23.
12. Михайленко О. Ю., Антонова Г. В. Технологія формоутворення елементів каркасу динамічної поверхні. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2022. Вип. 12, том 2. № 26.
13. Холодняк Ю. В., Гавриленко Є. А. Розв'язання позиційних задач при моделюванні монотонних кривих ліній. *Сучасні проблеми моделювання*. 2022. Вип. 24. С. 173–181.
14. Вершков О. О., Бондаренко Л. Ю., Антонова Г. В., Тетервак І. Р. Аналіз дослідної експлуатації програмного модулю розрахунку норм часу обробки деталей сільськогосподарської техніки. *Сучасні комп'ютерні та інформаційні системи і технології: матеріали III Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. (Запоріжжя, 12-19 грудня 2022 р.)* Запоріжжя: ТДАТУ, 2022. С. 94–100.
15. Івженко О. В., Антонова Г. В., Чаплінській А. П., Михайленко О. Ю. Спеціалізований програмний модуль розрахунку операційних норм часу обробки деталей сільськогосподарської техніки за умов індивідуальної організації праці. *Сучасні комп'ютерні та інформаційні системи і технології: матеріали III Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. (Запоріжжя, 12-19 грудня 2022 р.)* Запоріжжя: ТДАТУ, 2022. С. 361–368.
16. Alrefo I. F., Matsulevych O., Vershkov O., Halko S., Suprun O., Miroshnyk O. Designing the working surfaces of rotary planetary mechanisms. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2023. Vol. 4. P. 82–88. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-4/082>.
17. Холодняк Ю. В., Гавриленко Є. А. Моделирование каркаса динамических поверхностей. *Інноваційні технології в агропромисловому комплексі: матеріали II Всеукраїн. наук.-практ. Інтернет-конференції*. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. С. 21–24.
18. Холодняк Ю. В., Гавриленко Є. А. Моделювання кривих ліній з заданою точністю. *Інноваційні технології в агропромисловому комплексі: матеріали II Всеукраїн. наук.-практ. Інтернет-конференції*. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. С. 28–31.
19. Гавриленко Є. А., Холодняк Ю. В. Забезпечення заданих характеристик уздовж лінійних елементів каркасу поверхні. *Інноваційні технології в агропромисловому комплексі: матеріали II Всеукраїн. наук.-практ. Інтернет-конференції*. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. С. 58–41.
20. Івженко О. В., Антонова Г. В. Проект технології обробки базових деталей з високою якістю поверхні. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2021. Вип. 21, т. 1. С. 310–316.



21. Козина К. В., Дуков В. О., Вершков О. О. Виготовлення прес-форми для масового виробництва. *Збірник наукових праць магістрантів та студентів*. 2021. С. 30–31.

22. Гавриленко Є. А., Холодняк Ю. В., Гоєнко Д. С., Чернобильський Д. Ю. Розробка бібліотеки функцій та САПР на основі САД-системи POWERSHAPE. *Сучасні комп'ютерні та інформаційні системи і технології*: матер. Всеукр. наук.-практ. ІНТЕРНЕТ-конференції (Мелітополь 7-25 грудня 2020 р.). Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 93–97.

23. Гавриленко Є. А., Холодняк Ю. В., Гоєнко Д. С., Чернобильський Д. Ю. Використання бібліотеки функцій САД-системи POWERSHAPE для побудови складальної одиниці. *Сучасні комп'ютерні та інформаційні системи і технології*: матер. Всеукр. наук.-практ. ІНТЕРНЕТ-конференції (Мелітополь 7-25 грудня 2020 р.). Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 98–102.

24. Bondarenko L., Halko, S., Matsulevych O., Tetervak I, Vershkov O., Miroshnyk O., Nitsenko V., Havrysh V. Experimental Research on Unit Operation for Fruit Crops' Bones Calibration. *Applied Sciences*. 2023. Vol. 13(1). P. 21.

25. Холодняк Ю. В., Гавриленко Є. А., Зінов'єва О. Г. Розробка алгоритму моделювання кривих з заданими властивостями. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2023. Вип. 13, т. 1. № 41.

26. Тетервак І. Р. Проблема наявності патогенів у компості. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2023. Вип. 13, т. 2. № 16.

27. Дереза О. О. Методи й засоби роботи технічних науковців в сучасних умовах. *The process of science formation and its contemporary appearance: Proceedings of the XII International Scientific and Practical Conference*. Tampere, 2023. P. 64–65.

Стаття надійшла до редакції 13.02.2024 р.

O. Matsulevych¹,

¹Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University

**APPLICATION OF THE SPECIALIZED PLM-SYSTEM TECHNOLOGICS
IN THE DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED SYSTEM FOR MANAGING
DESIGN AND TECHNOLOGICAL DATABASES OF AN AGRICULTURAL
MACHINERY ENGINEERING ENTERPRISE**

Summary

The implementation of modern technologies for the automation of design and production preparation is a vital necessity, since the unresolved issue of this issue limits the prospects for the development of the enterprise related to the expansion of the range of devices, the mastery of production, the confinement and timely execution of export contracts, and participation in the international division of labor.



The paper substantiates the need and proposes an automated system for maintaining design and technological databases, which is developed on the basis of the Technologi CS system. The capabilities of the Technologi CS system will allow more transparent and logical connection of tasks of production preparation and planning, material accounting and production accounting. The entire Technologi CS system is built on one idea: "The work of all the main services of the machine-building enterprise of the agro-industrial complex (designers, technologists, standardizers, planning-economic and production-dispatching services, material and technical supply services, workshop dispatchers and technologists, craftsmen, chief mechanic services, etc.) is a single the process that ensures production".

In order to ensure all possibilities and at the same time reduce the number of costly errors as much as possible, eliminate unnecessary checks and reconciliations, simplify the implementation of changes, system users should work physically with the same database of regulatory and technical information.

The configuration tools available in the automated system allow you to organize the replenishment of electronic directories from external electronic catalogs. A flexible system of distribution of user access rights allows you to reliably protect the contents of databases (DB) from unauthorized changes (both accidental and intentional), to separate the possibilities of correcting basic directories and using data from them.

The labor intensity of technological operations is determined by an expert (research-statistical) method, according to standardizing tables or using any own calculation module that works according to the algorithm laid down by the user. Data on artificial and preparatory-final time complement the electronic technical process.

The proposed system makes it possible to more transparently and logically connect the tasks of preparation and planning of production, material accounting and accounting of production of products at the machine-building enterprise.

Keywords: Software, automated design system (CAD), numerical control, automated system, databases (DB), automated workplace (ARM).