УДК 656.073 DOI: https://doi.org/10.18664/1994-7852.157.2015.61425

ПРИНЦИПОВИЙ ОГЛЯД І ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ПРОГРАМНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ СУЧАСНОГО ЕЛЕКТРОННОГО ПРОЕКТУВАННЯ НОВИХ, РЕКОНСТРУКЦІЇ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ІСНУЮЧИХ ЗАЛІЗНИЦЬ

Канд. техн. наук Н.В. Бєлікова, Є.М. Гречаник, С.В.Лихицький

ПРИНЦИПИАЛЬНЫЙ ОБЗОР И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ СОВРЕМЕННОГО ЭЛЕКТРОННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ НОВЫХ, РЕКОНСТРУКЦИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ СУЩЕСТВУЮЩИХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Канд. техн. наук Н.В. Беликова, Е.М. Гречаник, С.В. Лихицкий

FUNDAMENTLY REVIEW AND COMPARATIVE ANALYSIS OF EXISTING SOFTWARE FOR MODERN, ELECTRONIC DESIGN OF NEW, RENOVATION AND OPERATION OF THE EXISTING RAILROAD

Cand. of techn. sciences N.V. Belikova, E.M. Grechanik, S.V. Lichitckiy

Виконано аналіз користувальницьких функцій найпоширеніших програмних комплексів для цифрового, електронного проектування нових, реконструкції та експлуатації існуючих залізниць. Обґрунтовується необхідність застосування нових електронних засобів вишукувань і сучасних систем автоматизації проектних робіт. Зокрема підвищення можливостей проектних рішень і скорочення трудовитрат і термінів розроблення документації завдяки використанню геоінформаційних систем і цифрових моделей місцевості. Сформовано критерії оцінювання для порівняння та визначення найефективнішої програми. Результати аналізу подано в табличній формі, що дозволяє підібрати програму більш точно, враховуючи її кращі сторони. Зазначено основні проблеми розроблення програмних комплексів і САПР для залізниць у цілому. У статті подано подальші напрями розвитку функціоналу програмного забезпечення.

Ключові слова: *залізниці, проектування, реконструкція, програмний комплекс, критерії функціонального аналізу.*

Проведен обзор и анализ основных функций программных комплексов для цифрового, электронного проектирования новых, реконструкции и эксплуатации существующих железных дорог. Обосновывается необходимость применения новых электронных средств изысканий и современных систем автоматизации проектных работ. В частности повышение возможностей проектных решений и сокращения трудозатрат и сроков разработки документации благодаря использованию геоинформационных систем и цифровых моделей местности. Созданы критерии оценки для сравнения и определения эффективной программы. Результаты анализа представлены в табличной форме, что позволяет подобрать программу более точно, учитывая ее лучшие стороны. Указаны основные проблемы разработки программных комплексов и САПР для железных дорог в целом. В статье представлены дальнейшие направления развития функционала программного обеспечения.

***Ключевые слова**: железные дороги, проектирование, реконструкция, программный комплекс, критерии функционального анализа.*

The review and analysis of the basic functions of software for electronic design new and reconstruction of existing railways. The necessity of the use of new electronic delights and modern automation systems design work. In particular, increasing capacity design and reducing development time and labor documents through the use of geographic information systems and digital terrain models. The current table of evaluation criteria to compare and most effective programs. The analysis presented in tabular form, which allows you to choose the program more accurately, given its best side. These basic problems of software development and CAD systems for railways in general. The article further directions of functional software.

***Keywords:** railroads, design, reconstruction, software system, criteria for functional analysis.*

Вступ. У статті зроблено огляд і порівняльний аналіз існуючих програмних комплексів (ПК) для сучасного електронного проектування нових, реконструкції та експлуатації існуючих залізниць. Для об'єктивного функціонального аналізу ПК сформовано набір системних критеріїв, завдяки яким досягається принципове зіставлення існуючих на різних стадіях проектування об'єкта характеристик, умов і вимог.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Скорочення трудовитрат і термінів розроблення проектно-кошторисної документації досягається за рахунок застосування нових технічних електронних засобів вишукувань і сучасних систем автоматизації проектних робіт (САПР).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Підвищення якісних можливостей проектних рішень і зниження витрат праці особливо помітно при використанні сучасних інформаційних технологій, зокрема геоінформаційних систем (ГІС), цифрових моделей місцевості (ЦММ). Вони широко застосовуються при проектуванні, будівництві та експлуатації залізниць. Дослідження з розроблення методів вирішення окремих завдань проектування залізниць на новій інформаційній базі ведуться в університетах шляхів сполучення і в проектних організаціях. Однак комплексну САПР, що працює на основі ЦММ для залізниць, на даний час повністю не розроблено. Тому зараз актуально адаптувати наявні сучасні програмні забезпечення до завдань проектування, реконструкції та експлуатації залізниць з використанням усіх різноманітних якісних сучасних електронних можливостей ЦММ, створення на їх основі залізничного САПР і розроблення сучасного електронного методу виконання проектних робіт на новій сучасній інформаційній базі. Вирішення цієї проблеми вимагає проведення багатогранних досконалих досліджень.

Визначення мети та задачі дослідження. Розглянемо основні характеристики найбільш поширених програмних продуктів:

1) Credo (Білорусь, Мінськ, НВО «Кредо-Діалог»);

2) Robur–Железные дороги (Топоматик, Росія, Санкт-Петербург);

3) GeoniCS ЖЕЛДОР (CSoftDevelopment, Росія, Москва);

4) AutoCAD Civil 3D (Autodesk, США);

5) RWplan (Україна, Дніпропетровськ).

Всі вони позиціонуються і як засоби для розроблення проектів реконструкції

(модернізації) існуючих залізниць і проведення ремонтів колії.

Основна частина дослідження. Будь-яке проектування, планування, реконструкція починається з вишукувань. У наші дні широко використовується збір геодезичних даних із застосуванням електронних тахеометрів (тахеометрична зйомка). З появою нових методів збору геодезичних даних (повітряне та наземне лазерне сканування) з'явилася можливість створювати тривимірні моделі місцевості.

Створення тривимірних моделей дозволяє оцінити об'єкт у режимі реального часу; виконувати додаткові розрахунки, такі як визначення відстаней, габаритів; давати оцінку місцевості і стану об'єкта вишукувань і багато іншого в більш точному положенні. Тривимірна модель відображує весь характер місцевості, рельєфу або об'єкта досліджень, що дозволяє здійснити планування та проектування з найбільшою точністю, враховуючи всі деталі.

Програмний комплекс Credo-Система призначена для проектування автомобільних доріг, але застосовується і при проектуванні залізниць. Вона включає ряд програмних комплексів, кожен з яких застосовується в окремих галузях інфраструктури. У системі Credo вдало організована робота з планового компонування проектних рішень при проектуванні станцій, вузлів, розв'язок, і вона широко застосовувалася при розробленні таких проектів. Для застосування програмного комплексу при проектуванні нових залізниць до складу модуля Credo була включена можливість відображення на планах специфічних об'єктів залізничного транспорту – стрілочних переводів і т. п.

Програмний комплекс GeoniCS ЖЕЛДОР у якості платформи використовує продукти AutoCAD і AutoCADCivil 3D від компанії Autodesk. GeoniCS складається з декількох взаємодіючих і взаємозалежних підсистем. Для зйомки використовується модуль, призначений для введення та обробки даних інженерно-геодезичних та інженерно-геологічних вишукувань залізниць. Присутні інструменти для створення і редагування елементів плану: прямої, колової і перехідної кривих, у тому числі з можливістю сполучення клотоїди в комбінаціях «відрізок-дуга», «дві дуги». Є вбудована бібліотека типових стрілочних переводів. Профіль траси можна отримати вручну, по поверхні, 3D-полілінією або з текстового файла, а також шляхом подальшого редагування. Поперечні профілі можна створити лінією перетину на одному пікеті, за діапазоном пікетів, по координатах точки, вказаної користувачем, по полілініях. Можлива підтримка «косих» поперечників (перетинів під будь-яким кутом до осі траси). Моделювання коридору здійснюється за допомогою шаблона, у якому знаходяться конструкції з різними проектними рішеннями.

Програмний комплекс Robur САПР для проектування залізниць і станцій створено на основі просторової цифрової моделі, розробленої компанією «Топоматик». Відмінною особливістю програмного комплексу Robur–Железные дороги є тривіконний інтерфейс (план, профіль, поперечник), який істотно полегшує прийняття комплексних проектних рішень по всіх елементах траси лінійної споруди – план, поздовжній і поперечний профілі (рис. 1).

ПК складається з ряду модулів, найбільший інтерес з яких має модуль динамічного трасування. При зміні плану траси автоматично змінюються чорний поздовжній профіль, за певним законом – червоний поздовжній профіль, перепроектуються поперечники. У модулі «Штучні споруди» передбачено проектування об'єктів з прив'язкою до типових конструкцій, різних типів фундаментів, оголовків і укріплень русел, укосів насипу та диференціацією обсягів робіт. Модуль може використовуватися і як автономна програма, і в складі ПК Robur.

Програмний комплекс RWplan дозволяє уникнути помилок і дає інженеру потужний інструмент для вирішення завдань проектування або виправлення плану існуючих чи нових залізниць. Програма RWplan забезпечує:

- всі методи зйомки плану, зрівнювання зйомки;
- розрахунок не окремих кривих, а ділянок шляху, що складаються з прямих і кривих різних напрямків;
- точне координатне подання багаторадіусних кривих;
- використання ефективних авторських моделей плану і алгоритмів оптимізації;
- застосування в якості критерію оптимізації грошових витрат на перебудову плану, що дозволяє оцінити і знизити витрати на виконання робіт;

- широкі можливості роботи з координатної зйомкою, включаючи її перенесення на вісь шляху, на сусідній шлях, введення додаткових точок;
- єдиний підхід до розрахунків кривих для проектних організацій і дистанцій колії;
- визначення допустимих швидкостей для існуючого і проектованого шляхів з підбором раціонального поєднання підвищень зовнішньої рейки;
- урахування обмежень на величину і напрям зрушень, на пікетажні положення окремих елементів;
- рішення практично будь-яких завдань проектування плану;
- розрахунок плану сусідніх колій з перевіркою габаритів;
- побудова різних креслень, включаючи паспорт кривої для дистанції колії.

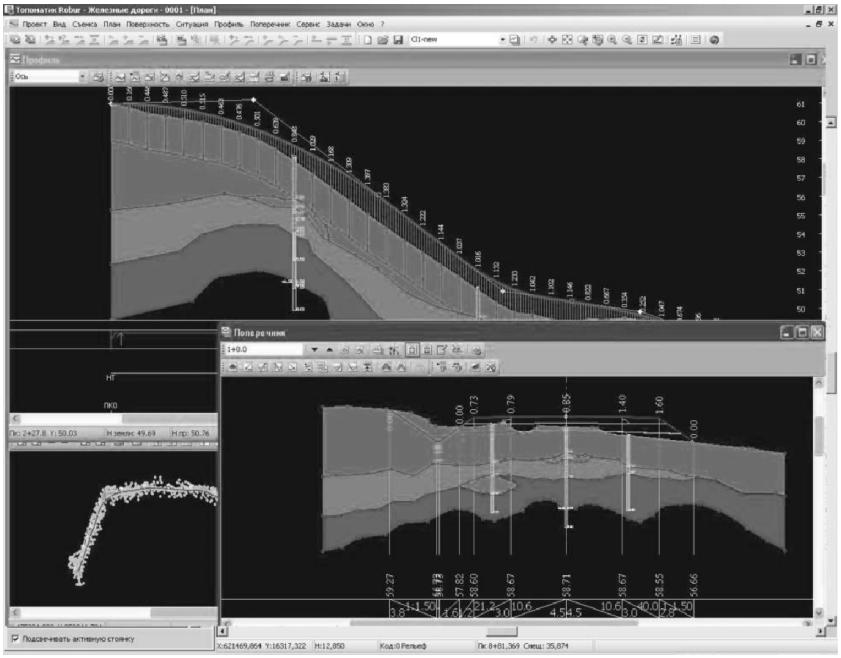

Рис. 1. Тривіконний інтерфейс Robur - Железные дороги

AutoCADCivil 3D – це програма нового покоління, що базується на платформі AutoCAD і призначена для землевпорядників, проектувальників автомобільних доріг, залізниць, генплану. Ключовою особливістю програми є інтелектуальний зв'язок між об'єктами, що дозволяє динамічно оновлювати всі зв'язані об'єкти при внесенні змін у проектні рішення.

AutoCAD Civil 3D має потужний і обширний функціонал з проектування та моделювання доріг. Використання критеріїв проектування (проектних обмежень) дозволяє проектувальнику не відслідковувати самостійно дотримання цих обмежень – AutoCAD Civil 3D робить перевірку всіх обмежень автоматично. У проектувальника є повний набір інструментів для трасування залізниць, створення складних перехідних, плаваючих і вільних кривих, сполучення складних ділянок. За створеною трасою автоматично будується існуючий профіль з автоматичним заповненням підпрофільної таблиці з відповідними ДБН. План і профіль траси динамічно пов'язані між собою – будь-які зміни на плані автоматично призводять до зміни профілю траси. Для створення проектного профілю у проектувальника є редактор геометрії, який включає в себе об’ємний набір інструментів.

AutoCAD Civil 3D також автоматично [1] створює поперечні профілі вздовж траси. За допомогою бібліотеки типових рішень формується коридор. Зміна будь-якого елемента коридору призводить до автоматичної зміни всіх взаємопов'язаних з ним інших елементів. Це дозволяє максимально швидко і коректно вносити проектні зміни на будь-якій

стадії проектування залізниці. Візуальне редагування моделей коридорів ведеться за допомогою ручок. Реалізовано засоби візуального аналізу динамічної моделі коридору: аналіз видимості по коридору, побудова зон видимості в певній точці коридору. Також подано розрахунок підвищення зовнішньої рейки по трасі залізниці (рис. 2).

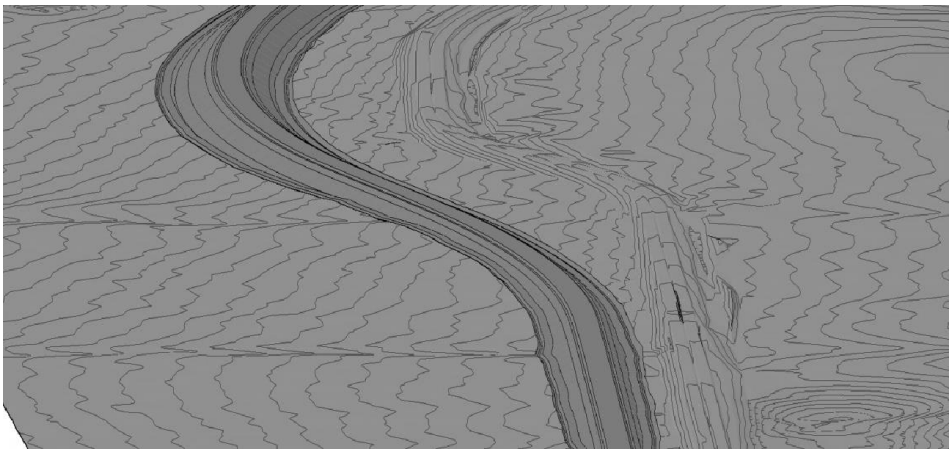

Рис. 2. Проектний коридор та існуюча ЦММ

Критерії оцінювання для порівняння та визначення найефективнішого програмного комплексу для проектування та реконструкції залізниць:

1. Підтримка національної нормативної бази.
2. Підтримка національних стандартів оформлення проектно-кошторисної документації.
3. Бібліотеки типових рішень по верхній будові колії, земляному полотну, водопропускних спорудах.
4. Редактор геометрії для створення та редагування елементів плану залізничної лінії.
5. Редагування геометрії для створення і редагування поздовжнього профілю.
6. Відображення зрушень габаритів, міжколійя.
7. Проектування залізничних кривих (піднесення зовнішньої рейки, уширення колії, баластної призми, земляного полотна).
8. Відображення, розміщення і редагування об'єктів залізничної колії (стрілочних переводів, з'їздів).
9. Ведення пікетажу (кілометражу).
10. Створення існуючого (чорного) і геометричний конструктор проектного (червоного) поперечного профілю.
11. Розрахунок обсягів об’ємів робіт і матеріалів [2].

Результати аналізу критеріїв функціоналу в різних ПК подано в таблиці.

Таблиця

№	Критерій оцінювання	CREDO	Robur Rail	Geonics ЖЕЛДОР	AutoCAD Civil 3D	RWplan
1	2	3	4	5	6	7
1	Підтримка національної нормативної бази	+	+	+	+	++
2	Підтримка національних стандартів оформлення проектно-кошторисної документації	+++	+++	+++	+++	+++
3	Бібліотеки типових рішень по верхній будові колії, земляному полотну, водопропускних спорудах	+	++	+	++	+

Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7
4	Редактор геометрії для створення та редагування елементів плану залізничної лінії	+++	+++	+++	++	++
5	Редагування геометрії для створення і редагування поздовжнього профілю	++	++	+++	+++	++
6	Відображення зрушень габаритів, міжколійя	+	+++	++	+	++
7	Проектування залізничних кривих (піднесення зовнішньої рейки, уширення колії, баластної призми, земляного полотна)	–	+++	+++	++	+++
8	Відображення, розміщення і редагування спеціальних об'єктів залізничної колії (стрілочних переводів, з'їздів)	+	+++	+++	–	++
9	Ведення пікетажу (кілометражу)	++	++	++	+++	+++
10	Створення існуючого (чорного) і геометричний конструктор проектного (червоного) поперечного профілю	+	+	++	+++	+
11	Розрахунок обсягів об’ємів робіт і матеріалів	++	+	+++	++	+

Примітка:
+++ добре, ++ задовільно, + низький, – відсутній.

Висновки з аналізу і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. Реалізація даних критеріїв у програмних комплексах дозволяє в основному задовольнити потреби проектувальника при розробленні розділів «Поздовжній профіль і план шляху» і (меншою мірою) «Земляне полотно» проектів нових і реконструкції (модернізації) існуючих залізниць. Це, ймовірно, пов'язано з непорівнянними ємностями ринку ПК для проектування залізниць і, наприклад, ПК для проектування промислових і цивільних будинків. Розроблення ПК вимагає залучення значних ресурсів (люди, час, гроші). Витрати повинні окупитися. Факт і термін окупності залежать від ємності ринку. Всі розглянуті ПК з точки зору користувача приблизно рівноцінні. Досягнуто певну межу розвитку функціоналу в рамках єдиної для всіх ПК концепції інтерактивної роботи з трасою, як лінійного об'єкта. Різниця спостерігається тільки в рівні зручностей, що надаються користувачеві при вирішенні тих чи інших завдань. Подальший розвиток функціоналу САПР залізниць вимагає залучення стартових ресурсів: інтелектуальних і матеріальних. Просування в даному напрямку слід насамперед очікувати від компаній, що спеціалізуються в галузі розроблення програмного забезпечення для проектування залізничних ліній за прямими замовленнями проектних організацій, і меншою мірою від компаній, що спеціалізуються в галузі розроблення універсального (платформного) програмного забезпечення.

Список використаних джерел

1. Пелевина, И.А. Самоучитель AutoCAD Civil 3D 2011 [Текст] / И.А. Пелевина. – СПб.: «БХВ-Петербург», 2011. – 416 с.

2. Проектирование дорог в системе Credo дороги [Текст]: практическое пособие. – Минск: Кредо образование, 2010. – 96 с.

Рецензент д-р техн. наук, професор Даренський О.М.

Бєлікова Наталія Віталіївна, кандидат технічних наук, доцент кафедри колії та колійного господарства Українського державного університету залізничного транспорту. Тел +38057730-10-67.

Гречаник Євгеній Миколайович, магістр Українського державного університету залізничного транспорту. Тел. +380958512858.
Лихицький Сергій Валерійович, майстер шляховий з планово-попереджувальних робіт Красноградської дистанції колії Південної Залізниці. Тел. +380667532482.

Byelikova Natalia Vitaliyevna, associate professor, candidate professor of the department «Road and trak acilities» of the Ukrainian State University of Railway Transport. Tel +38057730-10-67.
Hrechanik E, master student of Ukrainian State University of Railway Transport. E-mail: hrechanik1993@gmail.com. Tel.+380958512858.
Lechicki Sergey Valerievich, master of track planning-preventive works Krasnogradsky track of the southern Railway. Phone +380667532482.

Стаття прийнята 28.10.2015 р.