

## **РОЗВІДУВАННЯ, ПРОЕКТУВАННЯ ДОРІГ ТА ПЕРЕХОДІВ ЧЕРЕЗ ВОДОТОКИ**

**УДК 625.7/.8 : 004**

**Петрович В.В.**, канд. техн. наук, **Чечуга О.С.**, канд. техн. наук,  
**Каськів В.І.**, канд. техн. наук, **Усиченко О.Ю.**, канд. техн. наук

### **КОНТЕНТ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ**

**Анотація.** Проведено огляд деяких зарубіжних систем автоматизованого проектування (САПР) автомобільних доріг і розглянуто основні можливості цих систем. В огляді виділено відмінні риси САПР.

**Ключові слова:** автомобільна дорога, дорожній одяг, земляне полотно, програмний комплекс, система автоматизованого проектування, траса, цифрова модель місцевості.

**УДК 625.7/.8 : 004**

**Петрович В.В.**, канд. техн. наук, **Чечуга А.С.**, канд. техн. наук,  
**Каськів В.І.**, канд. техн. наук, **Усиченко Е.Ю.**, канд. техн. наук

### **КОНТЕНТ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

**Аннотация.** Проведен обзор некоторых зарубежных систем автоматизированного проектирования (САПР) автомобильных дорог и рассмотрены основные возможности этих систем. В обзоре выделены отличительные черты САПР.

**Ключевые слова:** автомобильная дорога, дорожная одежда, земляное полотно, программный комплекс, система автоматизированного проектирования, трасса, цифровая модель местности.

**Petrovych V.V.**, Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), **Cechuha O.S.**, Cand. Eng. Sci. (Ph.D.),  
**Kaskiv V.I.**, Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), **Usychenko O.Yu.**, Cand. Eng. Sci. (Ph.D.)

## CONTENT OF THE SOFTWARE PROJECTING ROAD

**Abstract.** The review of some foreign computer-aided design (CAD) of roads and the basic capabilities of these systems. The review highlighted the distinctive features of CAD.

**Keywords:** road, pavement, roadbed, software system, computer-aided design, track, digital terrain models.

### Вступ

Вибір інструменту при вирішенні будь-яких задач здебільшого визначає кінцевий результат. Системи автоматизованого проектування (САПР) автомобільних доріг покликані допомогти інженеру-проектувальнику під час прийняття проектних рішень, що дозволяє йому максимально збільшити продуктивність праці, реалізувати свій творчий потенціал і, в підсумку, отримати необхідний результат.

У теперішній час, системи автоматизованого проектування широко застосовуються на всіх етапах проектування, починаючи зі збирання та обробки геодезичної інформації та закінчуючи підготовкою креслень і кошторисних розрахунків. Вибір тієї чи іншої системи на кожному із етапів залежить від багатьох факторів – це й вид проектної діяльності, й масштаби проектів, що реалізуються, а іноді й просто традиції, що склалися в організації.

У багатьох випадках для виконання проектних робіт в організації буває недостатньо використання програм, що розроблені однією компанією, і тоді використовуються декілька програм різних розробників в комплексі. При такому підході важливо, щоб програми могли “обмінюватись” необхідними даними.

Нижче наведений огляд САПР автомобільних доріг, а також програм, що мають широке поширення в зарубіжних країнах.

## Основна частина

Програмний комплекс Топоматик **Robur** розробляється в науково-виробничій фірмі Топоматик ([www.topomatic.ru](http://www.topomatic.ru)) з 1991 року і забезпечує вирішення комплексу дорожніх завдань від обробки матеріалів вишукувань до винесення проекту в натуру.

Топоматик Robur дозволяє проектувати заміські дороги всіх категорій, як з розділювальною смугою, так і без неї.

Програма має три робочих вікна: План, Профіль і Поперечник.

Імпорт-експорт креслень і ситуації виконаний у форматі DXF або за допомогою технології COM шляхом безпосередньої взаємодії з AutoCAD.

Програмний комплекс дозволяє виконувати та проектувати:

- геодезичну зйомку;
- геологічна модель;
- трасування;
- створення поздовжніх профілів;
- поперечний профіль;
- конструкції дорожнього одягу;
- відгін віражу;
- проектування укосів;
- проектування кюветів;
- реконструкцію;
- штучні споруди;
- ремонт покриття;
- картограми робіт;
- винесення в натуру;
- пересічення та примикання;
- дорожню розмітку;
- оцінку проектних рішень;
- візуалізацію;
- розрахунок дорожнього одягу.

САПР АТ **IndorCAD / Road** ([www.indorsoft.ru](http://www.indorsoft.ru)) розвивається з початку 90-х років. До 2003 р. система розроблялася в Інженерному дорожньому центрі “Індор” і називалася ReCAD (за аббревіатурою слів реконструкції автомобільної дороги).

У березні 2003 р. система ReCAD була передана для подальшого розвитку в спеціалізовану фірму із розроблення програмного забезпечення “ІндорСофт. Інженерные сети и дороги”, яка поряд із системами автоматизованого проектування розробляє і геоінформаційні системи. У цей період система ReCAD була перейменована в систему IndorCAD / Road. IndorCAD, подібно MX, є ядром для цілої лінійки САПР об'єктів транспортного, промислового і

цивільного будівництва, в яку крім Road (Автомобільні дороги), також входять Торо (Топографія), Rail (Залізниця), Pipe (Трубопроводи), Site (Генеральні плани).

Система IndorCAD / Road дозволяє проектувати автомобільні дороги усіх категорій на стадії їх будівництва, реконструкції, модернізації та ремонту.

Система IndorCAD / Road складається з п'яти основних компонентів (вікон): план, поздовжній профіль, верх земляного полотна, поперечний профіль, 3D вид. Дані всіх компонентів взаємопов'язані і будь-які зміни, виконані в плані, поздовжньому або поперечному профілі миттєво відображаються у всіх відкритих вікнах.

Геодезичний редактор IndorSurvey призначений для обробки даних, отриманих в ході топографо-геодезичних вишукувань.

Редактор IndorSurvey можна використовувати як окремий програмний продукт, так і в складі інших систем (геоінформаційної системи IndorGIS, системи проектування IndorCAD тощо).

Креслення за проектом (план траси, поздовжній профіль, геологічні колонки, поперечні профілі) створюються в форматі системи підготовки креслень IndorDraw.

САПР АТ **PLATEIA** (в перекладі з давньогрецької – дорога, шлях) розробляється з початку 90-х років словенською фірмою CGS ([www.cgs.com](http://www.cgs.com)). Програмний комплекс PLATEIA використовує в якості графічного ядра AutoCAD (рекомендується Autodesk Land Desktop). Працює зі стандартами багатьох країн: Росія, Словаччина, Швейцарія, Чехія, Німеччина, Польща, Румунія та ін. PLATEIA призначена для проектування та реконструкції доріг, пересічень і примикань. Складається з модулів: Місцевість, Осі, Поздовжній профіль, Поперечні перерізи, Транспорт.

Модуль “Місцевість” (Layout) – набір інструментів для роботи із цифровою моделлю місцевості (ЦММ) і картами. Модуль має засоби імпорту даних з електронних геодезичних тахеометрів і з файлів різних форматів. На основі цих даних Layout генерує тривимірну модель рельєфу, яку можна імпортувати в спеціалізовані програми візуалізації і в ГІС (AutoCAD Map, Autodesk World).

Модуль “Вісь” (Axes) дозволяє прокладати трасу осьові лінії проектованої дороги. Трасування виконується за допомогою прямих, кругових і

перехідних кривих. У модулі Axes добре розвинений блок контролю параметрів траси, яку проектують із заданою категорією дороги і розрахунковою швидкістю руху.

Модуль “Поздовжній профіль” (Longitudinal Sections) включає інструменти формування проектної лінії, водовідвідних каналів і наближеного розрахунку обсягів земляних мас.

Модуль “Поперечні перерізи” (Cross Sections) дозволяє побудувати за даними параметрами обриси укосів, каналів, рослинного шару, шару підсіпки тощо.

Модуль Транспорт (Traffic) – це набір інструментів для проектування пересічень, розмітки і дорожніх знаків. Унікальна функція “Динамічна траєкторія” (Dynamic Vehicle Curves) дозволяє в інтерактивному режимі аналізувати траєкторії руху транспорту з урахуванням їх габаритів і заносів на поворотах.

САПР АТ **MXRoad** є одним з модулів сімейства продуктів MX від фірми Infracsoft (США) (Infracsoft у 2003 р. увійшла до складу компанії Bentley Systems, одного зі світових лідерів у розробленні програм класу САПР і ГІС). Крім MXRoad до складу модулів входить система проектування залізниць та їх інфраструктури (MXRail), система планування земельних ділянок під забудову (MXSite), система проектування модернізації та ремонту вулиць і доріг (MXRenew) і редактор підготовки проектної документації (MXDraw).

MXRoad призначений для проектування автомобільних доріг будь-якої технічної категорії, пересічень і примикання різної складності.

Програми серії MX повністю сумісні з MS Windows.

MXRoad забезпечує:

- введення вихідних даних і їх аналіз;
- проектування дороги за допомогою динамічного 3D-трасування;
- використання 3D-осьових ліній для визначення всіх елементів проїжджої частини дороги та узбіч;
- автоматичний розрахунок віражів і приведення похилів віражу у відповідність із місцевими стандартами;
- автоматичне проектування перехресть;
- проектування земляного полотна;
- інтерактивна зміна поперечних перерізів;

- проектування конструкцій дорожнього одягу;
- підрахунок обсягів дорожніх робіт;
- аналіз видимості;
- автоматична підготовка креслень і візуалізація.

САПР CREDO розроблена науково-виробничим об'єднанням “Кредо-Діалог” (м. Мінськ).

САПР-АД CREDO – програмний комплекс, призначений для обробки даних інженерних вишукувань, цифрового моделювання місцевості, проектування автомобільних доріг. Він має модульну структуру і складається з ряду підсистем й окремих завдань. Кожна підсистема комплексу CREDO бере участь в єдиному технологічному процесі проектування, будучи, у той же час, самостійним програмним модулем, і може експлуатуватися окремо. Система автоматизованого проектування CREDO дозволяє вирішувати наступні завдання автоматизованого проектування транспортних споруд:

- камеральна обробка даних інженерно-геодезичних вишукувань;
- підготовка даних для створення цифрової моделі місцевості інженерного призначення;
- створення і корегування ЦММ інженерного призначення на основі даних вишукувань та існуючих картографічних матеріалів;
- формування креслень топопланів і планшетів на основі створеної цифрової моделі місцевості, експорт даних ЦММ в інші системи автоматизованого проектування і геоінформаційні системи;
- обробка даних інженерно-геологічних вишукувань, створення і корегування цифрової моделі геологічної будови майданчика або смуги вишукувань;
- проектування генеральних планів об'єктів промислового, цивільного і транспортного будівництва;
- проектування нового будівництва, реконструкції та капітального ремонту автомобільних доріг;
- проектування транспортних розв'язок.

Застосування набору програм CREDO “Дорожно-транспортное строительство” дозволяє здійснювати комплексну автоматизацію всього процесу проектування від обробки даних лінійних або зосереджених досліджень до отримання проектної документації.

Інноваційним рішенням у системі автоматизованого проектування об'єктів інфраструктури є **AutoCAD Civil 3D**. Очевидною перевагою програмного продукту є єдине динамічне середовище проектування, яке побудоване на основі широко відомої платформи AutoCAD.

Система автоматизованого проектування AutoCAD Civil 3D дозволяє виконувати будь-які стадії проектів будівництва, реконструкції та ремонту автомобільних доріг всіх категорій. Структурно процес проектування за допомогою даної системи можна розбити на наступні основні етапи:

- підготовка ЦММ;
- визначення траси дороги у плані і профілі;
- тривимірне моделювання автомобільної дороги;
- розрахунок об'ємів робіт і створення вихідної документації.

Динамічне середовище програмного комплексу дозволяє інженерам-проектувальникам працювати з єдиною моделлю автомобільної дороги. При внесенні змін у будь-яку складову проекту – трасу, поздовжній профіль, конструкцію – будуть автоматично оновлюватися і загальна модель коридору, та всі побудовані на основі коридору або взаємопов'язані з ним об'єкти.

Динамічне середовище AutoCAD Civil 3D дозволяє автоматично оновлювати не тільки модель проекту, але і вихідні креслення і результати розрахунків. Розрахунок об'ємів земляних робіт здійснюється по осях перетинів і поверхонь чорної землі і коридору. Кодами форм елементів конструкцій можуть бути задані матеріали дорожнього одягу (асфальтобетон, пісок, гравій тощо) та інших елементів дороги. Далі відповідними інструментами розраховують обсяги робіт і матеріалів.

По осях перетинів також оформляються необхідні для випуску проекту поперечні профілі в необхідному зовнішньому вигляді, які розбиті на листи для виведення на друк. Механізм автоматизованого формування вихідних креслень дозволяє здійснити нарізку листів плану і поздовжнього профілю траси за потрібними шаблонами.

### **Висновок**

Не важко помітити, що навіть вибірковий аналіз деяких програмних рішень в області САПР автомобільних доріг вже дозволяє виділити основні тенденції в розвитку дорожнього проектування. Закінчуються ті часи, коли САПР конкурували між собою, намагаючись надати користувачам по

можливості як більший набір інструментів для вирішення 100 % можливих задач, що виникають під час проектування. Це пов'язано з тим, що практично всі системи на теперішній час вже володіють необхідним функціоналом для виконання широкого кола задач проектування. В одній системі зручніші одні інструменти, в другій – інші. Тому вибір підходящої САПР часом переходить у площину суб'єктивного сприйняття системи, де важливу роль відіграє зручний і дружній інтерфейс системи, простота освоєння, а також продумана і логічна технологія роботи.

Хотілось би зауважити, що який би шлях розвитку не вибрали сучасні САПР, головне, щоб у підсумку вигоду із цього винесли основні учасники цього процесу – кінцеві користувачі програмних продуктів.

### **Література**

1. Кривых И.В., Мирза Н.С. Обзор зарубежных САПР Автомобильных дорог // САПР и ГИС автомобильных дорог. – 2015. – № 2(5). – С. 68-77.
2. Круглов С. Проектирование автомобильных дорог в САПР AutoCAD Civil 3D // САПР и графика. – 2011. – № 8. – С. 38-40.
3. Бойков В.Н., Федотов Г.А., Пуркин В.И. Автоматизированное проектирование автомобильных дорог (на примере IndorCAD/Road). – М.: Изд-во МАДИ (ГТУ), 2005. – 224 с.

#### **Рецензенти:**

Угненко Є.Б., д-р техн. наук, Харківський національний автомобільно-дорожній університет.

Гончаренко Ф.П., канд. техн. наук, ДП "Укрдіпроддор".

#### **Reviewers:**

Uhlenko Ye.B., Dr. Tech. Sci., Kharkiv National Automobile and Highway University.

Honcharenko F.P., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), "Ukrdiprodor".

Стаття надійшла до редакції: **10.01.2017 р.**