

## СУЧАСНІ САПР ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Півник Р., Смольянинова В.

(науковий керівник к.т.н., доц., Арсеньєва Н.О.)

Харківській національний автомобільно-дорожній  
університет

В даний час системи автоматизованого проектування широко застосовуються на всіх етапах проектування, починаючи зі збору та обробки геодезичної інформації та закінчуючи підготовкою креслень та кошторисних розрахунків. Вибір тієї або іншої системи на кожному з етапів залежить від багатьох факторів – це і вид проектної діяльності, і масштаби проектів, що реалізуються, а іноді і просто сформовані в організації традиції. У багатьох випадках для виконання всіх проектних робіт в організації буває недостатньо використання програм, розроблених однією компанією, і тоді використовуються кілька програм різних розробників у комплексі. За такого підходу важливо, щоб програми вміли "обмінюватися" необхідними даними. Але всі програмні продукти для проектування автомобільних доріг оперують одними і тими ж термінами, що описують модель дороги: план, поздовжній та поперечні профілі, 3D-вид та інше. Більше того, концепція і технологія геометричного проектування дороги практично однакова у всіх продуктів.

Компанія CGS PLUS – європейський розробник програмного забезпечення. Починаючи з 1990 року CGS PLUS розробляє та підтримує сімейство інженерних додатків для проектування автомобільних доріг (Plateia), залізниць (Ferrovia) та річкових водних шляхів (Aquaterra). Plateia – програмне забезпечення, призначене для проектування нового будівництва та реконструкції автомобільних доріг усіх категорій: від автомагістралей до

міських вулиць та проїздів [1]. Система може працювати на базі платформ AutoCAD, AutoCAD Civil 3D, AutoCAD Map 3D та BricsCAD. Однією з особливостей системи є те, що її інтерфейс переведений на кілька мов. Крім того, система підтримує стандарти проектування автомобільних доріг різних країн: Німеччини, Австрії, Польщі, Греції, Болгарії, Румунії, Туреччини, Хорватії, Сербії, Словенії. Ще однією відмінною можливістю системи можна вважати зручний і багатофункціональний модуль AutoPath, призначений для аналізу руху автотранспорту в плані та лінії профілю. Система Plateia надає користувачеві інструменти для виконання типової послідовності дій при проектуванні автомобільної дороги, починаючи з попередньої і закінчуючи детальним опрацюванням проекту з формуванням повноцінної тривимірної моделі дороги. Plateia доступна в трьох конфігураціях. Standard, Professional 3D, Ultimate 4D наступна відрізняється підвищеним набором функціоналу. Конфігурація Standard надає типовий набір функцій, характерний для будь-якої САПР автомобільних доріг: імпорт даних геодезичних вишукувань та лазерного сканування, створення цифрових моделей місцевості, проектування осі дороги в плані, проектування поздовжнього профілю та поперечних профілів, інструменти для реконструкції доріг, проектування перетинів, у тому числі кільцевих. Можливості системи дозволяють працювати з дуже великими об'єктами (наприклад, об'єктами довжиною понад 100 км або об'єктами з кількістю поперечних профілів понад 1000). У системі Plateia досить добре опрацьовано блок аналізу проектного рішення: можливий аналіз видимості, довжини гальмівного шляху та ін. Також формується графік балансу земляних мас. Конфігурація Plateia Professional 3D відрізняється від Standard в першу чергу тим, що не формується цілісна 3D-модель дороги. Також вона містить модуль Autosign, що дозволяє автоматизувати процес проектування дорожніх знаків та

дорожньої розмітки, формувати тривимірну візуалізацію цих об'єктів, створювати знаки індивідуального проектування. Про наступну конфігурацію – Plateia Ultimate 4D – компанія CGS plus заявляє як про "BIM сумісної", тобто. підтримує технологічний процес проектування в концепції BIM. На додаток до можливостей попередньої комплектації вона містить:

- функціональність, що розширює можливості системи до BIM: під цим у Plateia мається на увазі можливість формування не тільки креслень, а й відомостей для подальшого складання кошторисів;

- можливість обміну даними між програмними продуктами за допомогою LandXML;

- модуль Autopath Swept – набір інструментів для комп'ютерного моделювання переміщення транспортного засобу з урахуванням його геометрії та різних обмежень, таких як швидкість руху, зчеплення коліс із дорогою, поперечний ухил. За допомогою даного модуля можна аналізувати траєкторії руху транспортних засобів у горизонтальній (у плані) та вертикальній (у профілі) площинах.

Компанія VIANOVA Systems є лідером у Скандинавії у галузі розробки програмного забезпечення для проектування об'єктів транспортної інфраструктури Novapoint – це лінійка продуктів, які використовуються як додаткові модулі для Autodesk [2]. З 1988 року розроблено вже понад 25 додатків для проектування об'єктів транспортної інфраструктури. Безпосередньо для проектування автомобільних доріг компанія пропонує розробку Novapoint Road, яка представлена у двох комплектаціях — Standard та Professional. Крім цього, є модуль для проектування дорожніх знаків Novapoint Road Signs, модуль для проектування дорожньої розмітки Novapoint Road Marking та низка інших. Novapoint Road – це інструмент для створення планів будівництва автомобільних доріг усіх категорій, вулиць та перетинів.

Він інтегрований з іншими модулями Novapoint і може надати для них вихідні дані, щоб виконати, наприклад, проектування водовідведення, проектування мостів та тунелів та ін. Novapoint Road складається з наступних основних блоків: проектування плану траси, проектування структури дороги, проектування перетинів, проектування поздовжнього профілю, обчислення об'ємів, випуск креслень та 3D-представлення. В системі Novapoint Road геометрія дороги в плані пов'язана з її поздовжнім профілем, і це дозволяє інженеру одночасно контролювати результати проектування осі траси в плані, поперечні профілі та 3D-вид дороги. Інтеграція з Autodesk Map реалізує сучасний підхід до проектування осі дороги. Поперечні профілі дороги, виражі та розширення генеруються на основі національних стандартів дорожнього проектування. За параметрами, заданими користувачем, автоматично обчислюються кювети, виїмка та насип ґрунту. Також доступна функціональність по посиленню та раціональному використанню існуючого дорожнього одягу. Проектування поперечних профілів може виконуватися в рамках розширеної моделі, коли на одному поперечному профілі редагуються одночасно перерізу кількох доріг і може бути виконана їх взаємна ув'язка. Система Novapoint Road орієнтована найбільше на Північну Європу. Основна мова інтерфейсу - англійська. Крім того, в ній підтримуються стандарти та мови скандинавських країн: Норвегії, Швеції, Данії, Фінляндії.

Італійська компанія SierraSoft спеціалізується на розробці програмного забезпечення для завдань дослідження, проектування та будівництва цивільних об'єктів. Продукти компанії представлені більш ніж у 15 країнах через мережу офіційних дистриб'юторів. Самі програми та технічна підтримка доступні різними мовами [3]. Архітектура програмних продуктів компанії дозволяє адаптувати їх до місцевих норм та правил. Перше покоління системи проектування доріг ProSt вийшло у

1992 році. Нове покоління системи для проектування доріг SierraSoft Roads було анонсовано у 2014 році, а реліз вийшов у 2015 році. Відмінною особливістю програмного комплексу Sierra Roads для проектування автомобілей можна назвати нову платформу M3 Framework, на якій побудований нестандартний інтерфейс програмних систем компанії SierraSoft. У системі відсутні вкладки та головне меню. Інструменти представлені у вигляді невеликої кількості згрупованих кнопок створення об'єктів. При цьому всі операції з редагування та аналізу проекту винесені в спеціалізовану область, де у вигляді таблиць представлені елементи активної траси. У програмних продуктах SierraSoft підтримуються динамічно вивантажені об'єкти, які допомагають тримати в пам'яті лише ті дані, які безпосередньо в поточний момент використовуються у програмі. Це дозволяє працювати з великими файлами вихідних даних та знімає обмеження на обсяг оперативної пам'яті. Проектування осі в SierraSoft Roads реалізовано через побудову послідовності сполучених елементів. Це досить зручно у разі, якщо спочатку зрозумілі умови проектування: радіуси, напрямок руху і т.д. Однак якщо проектувальнику необхідно постійно змінювати планове становище осі, домагаючись оптимальної конфігурації, такий підхід викликає досить сильні труднощі. У програмі дуже зручно опрацьовані інструменти побудови примикання та сполучень. Багато інформації виводиться та редагується у табличному вигляді. Присутня зручна та універсальна бібліотека поперечних профілів та дорожнього одягу.

Softree Technical Systems Inc. – компанія, яка розташована в Канаді. Своєю місією вони вважають створення доступного та простого використання програмного забезпечення у галузі транспорту та цивільного будівництва. Програмний комплекс для проектування автомобільних доріг складається з трьох продуктів: Terrain Tools 3D – для створення тривимірних

моделей місцевості; RoadEng – для проектування автомобільних доріг; Softree Optimal – для пошуку оптимального поздовжнього профілю дороги за критерієм найменшої вартості [4]. На ринку програмного забезпечення комплекс представлений з 2006 року. Основна цільова аудиторія користувачів – це США, Канада та Європа. Вихідні дані для побудови моделі рельєфу можуть бути імпортовані з файлів різних форматів, включаючи GPS, DWG, GIS-дані та растрові зображення. Програма дозволяє керувати величезними масивами точок, такими як хмари точок ла зернового сканування. Робоча область представляє стандартний набір з чотирьох робочих вікон: план, поздовжній профіль, поперечний профіль та дані. Всі вікна взаємопов'язані - будь-які зміни, зроблені в одному з вікон, відразу ж відображаються в інших. При створенні плану траси можна відразу контролювати положення підшви укосів, меж смуг відведення, ухилів та об'ємів. RoadEng – це проста і зручна в роботі програма, що має мінімальний набір функцій для проектування лінійно-протяжних об'єктів. Програма більше підходить для виконання невеликих за масштабом проєктів. Сумісність з іншим програмним забезпеченням реалізована через використання LandXML. У програмі RoadEng широко використовуються шаблони для виконання типових операцій.

Таким чином, всі розробники програмного забезпечення намагаються залишатися затребуваними в нових умовах, коли повсюдно обговорюється тема застосування BIM до інфраструктурних об'єктів, і навіть робляться перші кроки з розробки стандарту BIM для автомобільних доріг. Більш того, деякі розробники, такі як Autodesk та VIANOVA Systems заявляють вже про готові «BIM-рішення», які можна застосовувати протягом усього життєвого циклу автомобільної дороги.

## **Література**

1. <https://cgs-labs.com/plateia/> (дата звернення: 07.04.2022).
2. <https://www.vianova-systems.com> (дата звернення: 07.04.2022)./
3. <https://www.sierrasoft.info/en/> (дата звернення: 07.04.2022).
4. <https://www.softree.com/products/> (дата звернення: 07.04.2022).

## **ЛАЗЕРНЕ СКАНУВАННЯ ПРИ ВИКОНАННІ ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ**

Погуляй О., Савченко А.

(науковий керівник к.т.н., доц., Арсеньєва Н.О.)

Харківській національний автомобільно-дорожній  
університет

Як і будь-яка інша сфера діяльності, геодезія не стоїть на місці, використовуючи сучасні досягнення науки та техніки. Безумовно, одним із інноваційних рішень для геодезичних досліджень стало лазерне 3D сканування. Даний метод топографічної зйомки дозволяє отримати зображення складних архітектурних та промислових об'єктів, гірничих виробок, кар'єрів тощо. Лазерне сканування – це інноваційна технологія збирання просторових даних для різних об'єктів за допомогою 3D-сканерів. Завдяки цьому ми отримуємо можливість перенести фізичні об'єкти у цифрову модель найвищої точності. Його використовують у таких сферах як архітектура, будівництво, медицина, гірничодобувна промисловість, при будівництві дорожньої інфраструктури та лінійних об'єктів, і в геодезії.

Для лазерного сканування використовуються спеціальні 3D-сканери. Вони виробляють до мільйона