

**Герасименко В.В.,***Харківський національний університет будівництва та архітектури***Бородін Д.Ю., Семенова-Куліш В.В.***Український державний університет залізничного транспорту***ПРОБЛЕМА ВИБОРУ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ САПР ПРИ  
ПРОЕКТУВАННІ ЗАЛІЗНИЧНОЇ СТАНЦІЇ****Вступ**

В умовах наростаючої глобалізації ринку здатність сучасного машинобудівного підприємства конкурувати у сфері виробництва наукоємних виробів, в першу чергу, визначається можливостями технологічної підготовки виробництва. Ці можливості виражаються через категорії підвищення якості, зниження термінів виготовлення та модернізації і т. д. Саме з поліпшенням показників діяльності в цьому напрямку пов'язує світове співтовариство суттєвий прогрес у розвитку залізничного будівництва.

**Мета і завдання**

Завдання підвищення якості, скорочення строків та зниження трудомісткості проектування займає важливе місце при розробці та впровадженні будь-яких проєктів. Успішне рішення цієї задачі проєктними організаціями може бути досягнуто тільки при переході до використання сучасних інформаційних технологій, пов'язаних з інженерним аналізом, твердотільним моделюванням і комп'ютерними базами знань.

**Результати дослідження**

Сучасні технічні можливості дозволяють перейти до розробки систем проектування, в яких комп'ютер використовується не тільки для вирішення розрахункових, графічних і оформлювальних завдань, але і для розробки проєктних рішень на основі комплексних математичних моделей і математично коректних алгоритмів оптимізації. Саме тому багато проєктних організацій пов'язують своє майбутнє з впровадженням і використанням CAD/CAE/CAM/GIS систем [1,2].

Під впливом інформаційних ініціатив, пов'язаних з можливостями використовуваних CAD/CAE/CAM/GIS систем, розподілом фінансових ресурсів, залізничний вузол прийме новий вигляд:

1. Скорочення витрат на проведення конструкторсько - технологічних робіт;

2. Скорочення витрат, пов'язаних з необхідністю внесення в проєкт змін на пізніх етапах розробки (запланована розробка);

3. Прискорення технологічної підготовки виробництва (швидкий початок будівництва або модернізації залізничного вузла);

4. Поліпшення задоволеності замовника часом і вартістю реалізації проєкту;

5. Швидке реагування на потреби ринку;

6. Зростання задоволеності замовника якістю і продуктивністю створеного залізничного вузла (станції);

7. Гнучкість освоєння нових ринків;

8. Можливість експлуатаційних властивостей розширення функцій виробу (модифікація, супровід тощо);

9. Можливість використання накопчених комп'ютерних баз знань в нових проєктах.

Для підвищення якості, скорочення термінів і витрат в ході комп'ютерної підготовки створення залізничного вузла (станції) у рамках CAD/CAE/CAM/GIS систем необхідно вирішити наступні завдання:

1. Провести порівняльний аналіз традиційного процесу проектування і його комп'ютерного аналога з використанням інформаційних технологій;

2. Розглянути роль і місце твердотільного моделювання при проектуванні та виробництві;

3. Обґрунтувати структуру та склад комп'ютерної бази знань з проектування.

Найбільш відомими з сучасних САПР є системи CAD-1 [3-5], CGS plus, Toromatic Robur [6] і GeoniCS [7]. У цих і подібних їм системах проєктне рішення по положенню траси в плані і поздовжньому профілі, що задається проєктувальником,

є визначальним. Проектування плану та поздовжнього профілю розглядається як геометричне завдання у відриві від рішення інших проектних задач, таких як проектування поперечних профілів земляного полотна, вибір способів виробництва земляних робіт і розподіл земляних мас, проектування водопропускних та інших штучних споруд. Як доповнення до проектування вручну пропонуються найпростіші математичні моделі та алгоритми оптимізації – в основному евристичні. Зокрема, в CAD-1 і Topomatic Robur поряд з проектуванням поздовжнього профілю вручну пропонується пошук оптимальної середньоквадратичної апроксимації профілю землі за допомогою динамічного програмування. Очевидно, що при цьому не враховуються конструкції поперечних профілів земляного полотна, геологія, наявність штучних споруд та ін. Навіть у разі математично коректного алгоритму оптимізації результат може розглядатися як деяке початкове наближення при проектуванні в умовах пересіченого рельєфу.

В умовах рівнинного рельєфу при такій цільовій функції оптимальний поздовжній профіль траси практично повторює профіль землі (робочі позначки близькі до нуля). Подібні проектні рішення якщо і мають сенс, то тільки в кам'янистих пустелях, де не буває ні снігу, ні піщаних заметів.

Специфіка розглянутих проектних завдань така, що в складних умовах близькість до оптимального стану технічно допустимого проектного рішення не піддається кількісній оцінці, оскільки оптимальне рішення невідомо. У зв'язку з цим при використанні евристичних алгоритмів, що забезпечують виконання всіх технічних обмежень, залишається відкритим питання, чи можна поліпшити отриманий результат і наскільки? Теоретично вирішити це питання не завжди вдається, тим більше що відповідні докладні алгоритми, як правило, не публікуються.

Характерні в цьому відношенні розробки компанії Real Geo Project [8]. Так, для проектування поздовжнього профілю залізниць, що реконструюються розроблена програма KORWIN, в якій використаний

розвинений математичний апарат. Для розміщення переломів профілю використовується варіантний підхід на основі методу неявного (часткового) перебору.

Зазначимо, що при проектуванні реальних об'єктів повний перебір можливих положень переломів профілю (за абсцисами і ординатами) у цій задачі практично неможливий, навіть на сучасних комп'ютерах. Якщо варіанти розміщення переломів задаються вручну – це все теж інтерактивне проектування, і розвинений математичний апарат тут ні при чому. Якщо ж розміщення переломів задається комп'ютером, то принципово важливо, які саме варіанти виключаються з повного перебору. Може виявитися, що в одних умовах це не призведе до негативних наслідків, а в інших програма не зможе знайти оптимальний варіант.

Ідея відбракування частини допустимих варіантів реалізована в таких математичних методах, як динамічне програмування, метод гілок і меж, а також у комбінованих методах. Там це відбракування математично обгрунтоване.

Цікава і програма AQUILA для розрахунку параметрів елементів плану залізничного шляху при його реконструкції. У ній також реалізований проектувальний алгоритм, але при великих зрушеннях по ходу розрахунку виводяться повідомлення про проміжні результати, і користувачеві пропонується вирішити, продовжувати автоматичний розрахунок або перейти до інтерактивного режиму роботи. В інтерактивному режимі можна швидко вирішити практично будь-яку проектну задачу, однак у автоматичному режимі ЕОМ іноді знаходить нестандартні і дуже ефективні рішення. З цього твердження можна зрозуміти, що, починаючи розрахунок, користувач не впевнений, чи він буде завершений, або доведеться вирішувати задачу самому. При цьому причини неприйнятних результатів залишаються невідомими. Математично коректний алгоритм повинен дати оптимальне рішення або повідомити про відсутність допустимого рішення взагалі. Ефективні рішення в межах заданих користувачем норм і обмежень математично коректний алгоритм знаходить не іноді, а

завжди [9]. Ефективність роботи такого алгоритму в порівнянні з проектуванням вручну або з іншими алгоритмами залежить від складності завдання та кількості обмежень на шукане рішення.

### Висновки

Аналізуючи стан справ з позиції пошуку оптимальних рішень в області автоматизації проектування трас, доріг та інших лінійних споруд, можна зробити наступні висновки:

1. Діючі САПР лінійних споруд мають великий потенціал розвитку за рахунок використання комплексних математичних моделей і сучасних математичних методів оптимізації, зокрема методів нелінійного програмування другого порядку;

2. Можливості сучасних обчислювальних засобів дозволяють реалізувати нову технологію спільного вирішення взаємопов'язаних проектних задач, тобто створити системи проектування з численними зворотними зв'язками. Ця технологія та відповідні інтелектуальні САПР замінять діючу «лінійну» технологію призначення варіантів положення траси в плані і в профілі вручну на основі цих варіантів проектних завдань: проектування земляного полотна, штучних споруд, розподілу ґрунту без коригування положення траси в плані і в профілі за результатами вирішення цих завдань [10]. Така «лінійна» технологія з позицій системного аналізу неспроможна;

3. Вирішення взаємопов'язаних проектних завдань вимагає створення і використання ієрархії математичних моделей і методів при багаторазовому повторенні розрахунків, тобто при реалізації в спеціалізованих САПР зворотних зв'язків, при наявності не тільки підсистеми проектування плану траси, поздовжнього та поперечного профілів, але і підсистем проектування штучних споруд, розподілу ґрунтів;

4. В силу наявності неформалізованих факторів творчий проектний процес у будь-якому випадку має інтерактивний характер, але комп'ютер слід використовувати і для розробки проектних рішень на основі математичних моделей, математично коректних алгоритмів оптимізації і програм. Використання для цієї мети різного роду евристичних алгоритмів, особ-

ливо для задач, вирішених раніше за допомогою математично коректних алгоритмів, недоцільно.

5. Перспективи реалізації сформульованих пропозицій, так само як і застосування вже наявних програм оптимального проектування в даний час сумнівні в силу сформованої тенденції зростання, а не зниження будівельних витрат, реалізації цілей, далеких від економії державних коштів, за рахунок яких ведеться будівництво, обсяги якого до того ж незначні. Наявність математично коректних алгоритмів для вирішення проектних завдань дозволяє шляхом проведення розрахунків за ідентичними вхідними даними отримати оцінку близькості до оптимального стану результатів, які отримані на базі різного роду евристичних і генетичних алгоритмів. Попередні результати таких розрахунків стосовно до задачі проектування плану траси при реконструкції залізниць (також виправку колії) показують, що розбіжності отриманих рішень досить істотні.

Одне з великих змін у технології автоматизованого проектування пов'язане із застосуванням інформаційних технологій, які засновані на більш високому рівні повторного використання попередніх проектних рішень. Це значно полегшує і прискорює проведення проектних робіт. Використовуючи накопичені знання, розробник з допомогою наявних у нього засобів проектування може створити опис свого виробу, оцінити параметри і властивості виробу. Якщо описи виробу на різних рівнях проектування містять протиріччя, то система автоматизованої підтримки інженерних рішень дозволить розробнику виявити їх і усунути. В системі проектування передбачені ефективні засоби повторного використання проектних рішень.

### ЛІТЕРАТУРА:

1. Райан, Д. Инженерная графика в САПР [Текст] / Д. Райан. – М.: Мир, 1989. – 391с.
2. Мазурин, А. CASE-средства для автоматизации инженерной деятельности [Текст] / А. Мазурин // САПР и графика. – 2001. – №2. – С. 50-56.
3. Рыбаков, А.В. Создание автоматизированных систем в машиностроении [Текст]

- / А.В. Рыбаков, С.А. Евдокимов, Г.А. Мелешина – М.: СТАНКИН, 2001. – 162 с.
4. Автоматизированное проектирование и производство в машиностроении [Текст] / Ю.М. Соломенцев, В.Г. Митрофанов, А.Ф. Прохоров и др. – М.: Машиностроение, 1986. – 256 с.
  5. Потемкина, О. Внедрение САПР: кадры решают все! [Текст] / О. Потемкина // САПР и графика. – 2000. – №9.
  6. Topomatic Robur. URL: [http:// www.topomatic.ru](http://www.topomatic.ru).
  7. Курилко Ю., Чешева В. GeoniCS ЖЕЛ-ДОР – САПР для проектирования железных дорог [Текст] / Ю. Курилко, В. Чешева // CADmaster. – 2007. – № 1(36).
  8. Бучкин, В. Программные разработки компании Real Geo Project [Текст] / В. Бучкин // САПР и графика. – 2008. – № 9.
  9. Струченков, В.И. Методы оптимизации в прикладных задачах [Текст] / В.И. Струченков – М.: СолонПресс, 2009. – 220 с.
  10. Нефёдов, П.П. Современный способ решения задачи распределения земельных масс [Текст] / П.П. Нефёдов., А.Е. Лопухов // Транспортное строительство. – 1964. – № 4.

УДК 654.94

**Криворучко Т.А., Троценко Л.В., Наливайко Т.Т., Криворучко Р.В.**  
*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры*

### **ПРИМЕНЕНИЕ БЮДЖЕТНОГО БЕСПИЛОТНОГО АППАРАТА ДЛЯ АЭРОФОТОСЪЕМКИ**

Настоящее время характеризуется широчайшим внедрением новейших компьютерных технологий в различные отрасли техники.

Отметим, что применение беспилотных летательных аппаратов рассматривали ранее для аэросъемки небольших по протяженности площадных и линейных объектов [2,7]. Много публикаций связано с проблемными вопросами применения беспилотных моделей в аэрофотосъемке для картографирования [3-5].

**Темой статьи** является применения бюджетного беспилотного летательного аппарата Quadcopter DJI Phantom 2+ Zenmuse H3-3D с камерой GoPro в геодезии.

Экспериментальные полеты осуществлялись указанным квадрокоптером Quadcopter DJI Phantom 2+ Zenmuse H3-3D. Рассмотрим его технические параметры [1]. Аэросъемка осуществляется при помощи камеры GoPro. Для обеспечения стабилизации квадрокоптер Phantom 2 оснащен трехосевой системой стабилизации Zenmuse H3-3D. Камера стабилизируется подвесом Zenmuse H3-3D. Он прост в эксплуатации и удобен при установке.

Система оснащена высокоточными датчиками положения камеры, их показания используются при обработке материалов съемки. Бесщеточные приводы обеспечивают благоприятные условия работы электронного оборудования и передачи данных.

Общий вид квадрокоптера Quadcopter DJI Phantom 2+ Zenmuse H3-3D приведен на рис. 1.



Рис. 1. Общий вид квадрокоптера Quadcopter DJI Phantom 2+ Zenmuse H3-3D

Объектом съемки явился участок в районе усадьбы Александрино, в которой в настоящее время размещена детская художественная школа, рис. 2.