

УДК 004.4:65.011.56

І. Я. СКОВРОН^{1*}, Є. Б. ДЕМЧЕНКО^{2*}, А. С. ДОРОШ^{3*}, В. В. МАЛАШКІН^{4*}

^{1*} Каф. «Транспортні вузли», Український державний університет науки і технологій, вул. Лазаряна, 2, м. Дніпро, Україна, 49010, тел. +38 (095) 230 50 34, ел. пошта: norvoks@gmail.com, ORCID 0000-0003-0697-2698

^{2*} Каф. «Транспортні вузли», Український державний університет науки і технологій, вул. Лазаряна, 2, м. Дніпро, Україна, 49010, тел. +38 (097) 799 16 75, ел. пошта: e.b.dmch@gmail.com, ORCID 0000-0003-1411-6744

^{3*} Каф. «Транспортні вузли», Український державний університет науки і технологій, вул. Лазаряна, 2, м. Дніпро, Україна, 49010, тел. +38 (066) 927 84 62, ел. пошта: dorosh.andrii@gmail.com, ORCID 0000-0002-5393-0004

^{4*} Каф. «Транспортні вузли», Український державний університет науки і технологій, вул. Лазаряна, 2, м. Дніпро, Україна, 49010, тел. +38 (068) 409-61-85, ел. пошта: viacheslav.malashkin@gmail.com, ORCID 0000-0002-5650-1571

ЕФЕКТИВНЕ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ З МЕТОЮ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПІДГОТОВКИ ТЕХНІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Мета. Аналіз і вирішення проблеми інтенсифікації та автоматизації процесу підготовки графічної частини технічної документації транспортної інфраструктури для підприємств та структурних підрозділів як залізничного так і автомобільного транспорту. **Методика.** При формулюванні та вирішенні проблеми, яка аналізується в даній статті, важливим є виокремлення із численної кількості факторів, що впливають на тривалість створення відповідного креслення, тих критичних операцій, які займають значну тривалість, і, разом з тим, виконуються здебільшого вручну. Виникає можливість інтенсифікувати вказані операції за рахунок заміни якомога більшої частки ручних рутинних операцій на їх автоматизоване виконання. При створенні графічної частини технічної документації для транспортних об'єктів зазвичай такою критичною операцією є власне процес підготовки ряду креслень, що вимагають побудови великої кількості графічних елементів, які можуть бути автоматизовані з використанням базових знань табличного процесору MS Excel, системи проектування Autodesk AutoCAD, а також текстового процесору MS Word. **Результати.** Для ілюстрації ефективності інтенсифікації та автоматизації процесу підготовки графічної частини технічної документації виконана статистична обробка експертних оцінок тривалості побудови поздовжнього профілю залізничної колії з різною кількістю елементів та контрольних точок, які потрібно врахувати при побудові креслення. **Практична значимість.** У зв'язку з тим, що витрати часу на побудову та оформлення деяких креслень можуть бути доволі значними, то використання описаного вище програмного комплексу дозволить суттєво пришвидшити не лише процес підготовки графічної частини технічної документації транспортної інфраструктури, але й процес створення пояснювальної записки.

Ключові слова: автоматизація, технічна документація, масштабні креслення, програмне забезпечення.

Вступ

У великій кількості підприємств різних форм власності, що мають розвинену транспортну інфраструктуру, як на етапі її проектування, так і на етапі будь-якого її удосконалення, виникає необхідність підготовки технічної документації. Це особливо характерно для великих підприємств, які постійно відчувають потребу в розвитку як виробничих потужностей, так і відповідної транспортної інфраструктури.

Вказана технічна документація, як правило, містить пояснювальну записку з розрахунковою частиною, а також графічну частину із рядом креслень. При цьому деякі креслення для кожного транспортного підприємства є унікальними, і, зазвичай, вимагають безпосередньої уваги проектувальника, що не дозволяє кардинально (в разі) скоротити час на їх створення. Прикладом даної групи креслень можна

вважати масштабний план транспортної інфраструктури, яка проектується чи удосконалюється.

Інша група креслень виконується за уніфікованим шаблоном, тому, як правило, вигляд таких креслень для різних підприємств може бути доволі схожим та передбачати побудову, крім основних, також і досить значної кількості допоміжних графічних елементів. До даної групи креслень можна віднести, наприклад, поздовжній профіль залізничних колій. Створення креслень цього типу може бути суттєво пришвидшено шляхом автоматизації їх побудови у порівнянні з побудовою кожного такого креслення безпосередньо проектувальником.

Одним із найбільш зручних варіантів інтенсифікації підготовки креслень для технічної документації є комплексне використання програмного забезпечення, яке включає Autodesk

AutoCAD, спеціалізовану мову програмування AutoLISP та MS Excel. Крім того, для пришвидшення підготовки тексту технічної документації в MS Word, можна передбачити автоматичні зв'язки з відповідними даними у MS Excel.

Основи побудови елементів креслень в AutoCAD за допомогою AutoLISP

Як відомо, AutoCAD – це програмне забезпечення системи автоматизованого проектування (САПР), за допомогою якого архітектори, інженери і будівельники створюють точні масштабні як 2D- так і 3D-креслення.

Часто AutoCAD використовується для безпосереднього створення різноманітних креслень вручну. В той же час дане програмне забезпечення може використовуватись і для автоматизації побудови креслень, оскільки має вбудований інтерпретатор ряду мов програмування, серед яких є і мова AutoLISP.

AutoLISP – це діалект мови програмування Lisp, який створений для використання з повною версією AutoCAD. Він дозволяє, крім багатьох інших функцій, виконувати масштабні креслення за рахунок виконання команд підготовленої користувачем AutoLISP-програми.

За допомогою даної мови програмування можна створювати окремі програми (без графічного інтерфейсу), які можна запуснути в AutoCAD у автоматичному чи діалоговому режимі для виконання запрограмованих дій. Виконання різних задач за рахунок створення таких програм було описано у ряді робіт [1-3].

Окремої уваги серед команд AutoLISP заслуговує команда "COMMAND", яка дозволяє виконувати більшу частину команд AutoCAD (налаштування графічного середовища, побудову креслень і т. д.) [4-6]. Сукупність таких команд утворюють AutoLISP-програму, а її виконання у середовищі AutoCAD займає лише лічені секунди. Синтаксис даної команди виглядає так:

```
(COMMAND [commandName [arguments ... ]])
```

де commandName – назва команди AutoCAD;
arguments – параметри запуску команди;
[...] – необов'язкові параметри.

Параметрами можуть бути як керуючі дані для побудови графічних примітивів так і координати точок (у вигляді "x, y" або "x, y, z").

Далі розглянемо приклади використання команди "COMMAND" для побудови основних графічних елементів та ряду інших супутніх дій.

Для переривання виконання будь-якої команди AutoCAD (аналог натискання клавіші <Esc> на клавіатурі) використовують команду:

```
(COMMAND)
```

З метою завершення введення команди AutoCAD (аналог натискання клавіші <Enter> на клавіатурі) використовується синтаксис:

```
(COMMAND "")
```

Варто мати на увазі, що у випадку необхідності використання AutoLISP-програми не лише у англійській версії AutoCAD, але й в інших локалізаціях, для можливості коректного сприйняття таких команд та параметрів перед їх назвою слід додати префікс "_". Крім цього, префікс "." перед назвою команди забезпечить виклик саме стандартної "чистої" команди AutoCAD, а не її перевизначеної версії.

Також слід пам'ятати, що за замовчуванням у AutoCAD координати між собою відділяються комою, а ціла частина від дробової відділяється крапкою (наприклад, точку, з координатами (1000,83; 10,6) у AutoCAD слід вводити як "1000.83,10.6").

Лінію між заданими точками можна побудувати за допомогою наступного виразу:

```
(COMMAND "_Line" "x1,y1" "x2,y2" ... "xn,yn" "")
```

де "xi, yi" – координати x та y для i-ї точки;

"" – параметр завершення введення команди.

Наприклад, побудувати квадрат з вершинами у точках (0; 0), (0; 5), (5; 5) та (5; 0) саме сукупністю ліній можна за допомогою виразу:

```
(COMMAND "_Line" "0,0" "0,5" "5,5" "5,0" "0,0" "")
```

Слід звернути увагу, що точок у даному виразі 5, адже для замикання квадрату наприкінці ще раз було продубльовано вихідну точку.

Прямокутник можна побудувати за допомогою наступного виразу:

```
(COMMAND "_Rectang" "x1,y1" "x2,y2")
```

де "x1, y1" – координати x та y для 1-ї точки;

"x2, y2" – координати x та y для 2-ї точки, що розташована по діагоналі відносно 1-ї точки.

Приклад прямокутника з вершинами у точках (0; 0), (0; 5), (10; 5) та (10; 0) виглядає так:

```
(COMMAND "_Rectang" "0,0" "10,5")
```

Фігуру довільної форми можна побудувати використавши вираз для полілінії:

```
(COMMAND "_PLine" "x1,y1" "x2,y2" ... "xn,yn" "param")
```

де "xi, yi" – координати x та y для i-ї точки;

"param" – параметр замикання (" - ні, "_C" - так).

Приклад виразу для полілінії виглядає так

```
(COMMAND "_PLine" "0,0" "5,5" "10,0" "15,15" "20,0" "25,25" "")
```

Коло з центром у заданій точці та вказаними розмірами можна побудувати такими виразами

(COMMAND "_Circle" "x,y" "radius")

(COMMAND "_Circle" "x,y" "_d" "diameter")

де "x, y" – координати x та у центру кола;
"radius" / "diameter" – радіус / діаметр кола.

Для прикладу, коло радіусом 10 з центром у точці (0; 0) можна задати таким чином:

(COMMAND "_Circle" "0,0" "10")

(COMMAND "_Circle" "0,0" "_d" "20")

Дугу, що проходить через три точки, можна задати наступним виразом

(COMMAND "_Arc" "x1,y1" "x2,y2" "x3,y3")

де "x_i, y_i" – координати x та у точок, через які проходить дуга (порядок точок має значення);

Для прикладу, дугу у вигляді півкола радіусом 5 можна отримати так:

(COMMAND "_Arc" "0,0" "5,5" "10,0")

Дугу, що задається координатами точки її початку, кінця та значенням кута (існують й інші способи), можна задати наступним виразом

(COMMAND "_Arc" "x1,y1" "_e" "x2,y2" "_a" "angle")

де "x₁, y₁" – координати точки початку дуги;
"_e" – параметр вибору кінцевої точки;
"x₂, y₂" – координати точки кінця дуги;
"_a" – параметр вибору задання кута;
"angle" – значення кута побудови дуги.

Для прикладу, дугу у вигляді четвертини кола радіусом 10 можна отримати так:

(COMMAND "_Arc" "0,0" "_e" "10,10" "_a" "-90")

Незважаючи на те, що на перший погляд деякі вирази для різних примітивів виглядають практично однаковими (наприклад, "_Line" та "_PLine"), варто мати на увазі, що вони можуть мати різні можливості у додаткових налаштуваннях (задання змінної товщини, кута повороту, загальної довжини і т. ін.).

Для більш детального розуміння усіх можливостей налаштування того чи іншого графічного елемента варто проекспериментувати з їх додатковими параметрами (вказані параметри видно у протоколі останніх введених команд командного рядку).

Колір графічних елементів (ліній, фігур, тексту) у програмі задають наступним виразом:

(COMMAND "_Color" "code")

де "code" – код потрібного кольору; див. табл. 1.

За потреби можна задати й інші коди кольорів та їх відтінків [7]. Для прикладу синій колір можна задати таким чином

(COMMAND "_Color" "5")

Таблиця 1

Основні коди кольорів у AutoCAD

Код	Колір	Код	Колір
0	білий (чорний)	5	синій
1	червоний	6	пурпуровий
2	жовтий	7	чорний (білий)
3	зелений	8	темно-сірий
4	блакитний	9	світло-сірий

Заданий колір буде діяти для усіх елементів, до його зміни на інший.

Товщину ліній задають виразом

(COMMAND "_LWeight" "thickness")

де "thickness" – потрібна товщина (задати можна допустиме для даної версії AutoCAD символічне або чисельне значення товщини).

Приклад зміни товщини ліній

(COMMAND "_LWeight" "_ByLayer")

(COMMAND "_LWeight" "0.75")

Слід зауважити, що товщина ліній повинна дорівнювати стандартному значенню, тому, у випадку невідповідності заданого значення стандартному, вона буде округлена за прийнятими правилами до найближчого із стандартних. Саме тому у першому випадку буде прийнята стандартна для даного шару товщина лінії (задана за замовчуванням або користувачем), а у другому випадку буде прийнято значення 0,70 мм замість заданих 0,75 мм (оскільки у AutoCAD 2012 значення товщини 0,75 мм немає серед стандартних значень товщини ліній).

Тип ліній можна змінити виразом

(COMMAND "_LineStyle" "param" "lineTypeName" "param")

де "param" – параметр, який визначає необхідність створення ("_C"), завантаження ("_L"), активування вказаного типу лінії ("_S"), або завершення введення команди ("");

"lineTypeName" – назва потрібного типу лінії.

(COMMAND "_LineStyle" "_S" "_ByLayer" "")

(COMMAND "_LineStyle" "_S" "Continuous" "")

Стиль тексту створити можна таким чином

(COMMAND "_Style" "styleName" "fnt" "hgt" "wth" "ang" "rl" "up")

де "styleName" – назва стилю, що створюється;

"fnt" – назва шрифту, який слід застосувати;

"hgt" – висота шрифту;
"wth" – товщина шрифту;
"ang" – кут нахилу символів тексту;
"rtl" – виведення тексту справа наліво чи ні;
"up" – виведення перевернутого тексту чи ні.
Приклад створення нового стилю тексту

```
(COMMAND "_Style" "Пікети" "Calibri" "2.5" "2" "0" "_n" "_n")
```

Стиль тексту активувати можна так

```
(COMMAND "_Text" "txtMode" "styleName" "")
```

де "txtMode" – режим роботи з текстом ("_S" для активування вибраного стилю, "_J" для задання параметрів вирівнювання тексту);

"styleName" – назва стилю, що активується;

Приклад активування іншого (створеного раніше) стилю тексту

```
(COMMAND "_Text" "_S" "Пікети" "")
```

Вивести текст (з параметрами активованого на цей момент стилю) з форматуванням можна наступним виразом:

```
(COMMAND "_Text" "txtMode" "justifyMode" "x,y" "angle" "textStr")
```

де "justifyMode" – режим вирівнювання відносно базової точки ("_Left", "_Right", "_Center", "_MC" та інші);

"x,y" – координата базової точки виводу тексту;

"angle" – кут нахилу текстового рядку до осі X;

"textStr" – текстовий рядок, що виводиться.

Приклад виведення тексту "Кілометри" у точку з координатами (0, 0) з вирівнюванням відносно неї по центру як по вертикалі, так і по горизонталі

```
(COMMAND "_Text" "_J" "_MC" "0,0" "0" "Кілометри")
```

Для простого виведення тексту (без форматування) слід скористатись виразом

```
(COMMAND "_Text" "0,0" "0" "Кілометри")
```

Залити замкнену фігуру, якій належить задана точка, можна так:

```
(COMMAND "_BHatch" "_P" "_S" "x,y" "")
```

Наприклад, для точки з координатами (10, 10)

```
(COMMAND "_BHatch" "_P" "_S" "10,10" "")
```

Інколи перед заливанням фігури слід збільшити відповідний її фрагмент.

Змінити масштаб відображення фрагменту креслення так, щоб воно повністю заповнило екран, можна за допомогою такого виразу:

```
(COMMAND "_Zoom" "_W" "x1,y1" "x2,y2")
```

Наприклад

```
(COMMAND "_Zoom" "_W" "0,0" "100,200")
```

Аналогічно вивести на весь екран повністю все креслення можна таким чином:

```
(COMMAND "_Zoom" "_A")
```

Відключити об'єктну прив'язку повністю (як правило, на початку програми) можна так

```
(COMMAND "_OSnap" "_off")
```

Включити об'єктну прив'язку (зразу усі режими чи лише вибрані режими) можна так:

```
(COMMAND "_OSnap" "_on")
```

```
(COMMAND "_OSnap" "_end,_mid,_cen,_par,_int,_appint,_per")
```

Використання MS Excel для підготовки виразів AutoLISP

Раніше були наведені вирази на мові програмування AutoLISP (далі – AutoLISP-вирази) для виконання ряду налаштувань графічного середовища та побудови основних графічних елементів у AutoCAD.

Природньо, що у MS Excel немає штатних функцій для формування AutoLISP-виразів, тому для цього слід застосовувати функції MS Excel, які призначені для роботи з текстом. Враховуючи специфіку використання подвійних лапок в MS Excel, а також, як правило, різні символи відділення чисел між собою та цілої частини від дробової, що прийняті у MS Excel та в AutoCAD, дані вирази можуть бути досить громіздкими та викликати помилки за потреби їх модифікації.

У процесі формування AutoLISP-виразів можуть використовуватись будь-які штатні функції MS Excel, а за нагальної потреби – можуть застосовуватись функції користувача, які створюються з використанням вбудованої у всіх додатках MS Office мови програмування VBA. В даній статті для формування AutoLISP-виразів використовуються лише штатні функції MS Excel 2010 (чи більш нових версій).

Розглянемо наступний AutoLISP-вираз для побудови лінії між чотирма точками

```
(COMMAND "_Line" "10,1,5.5" "10,2,6.5" "10,3,7.5" "10,4,8.5" "")
```

З метою отримання даного AutoLISP-виразу в MS Excel слід враховувати наступні рекомендації та особливості даного додатку:

- для зручності модифікації значень координат рекомендується занести їх у спеціально виділені для цього клітинки MS Excel (див. рис. 1), а у AutoLISP-вираз слід підставляти їх адреси;

- для формульного виведення текстової інформації в MS Excel її слід обмежити (огорнути) подвійними лапками;

- для зчеплення декількох фрагментів тексту, числових значень або адрес клітинок варто використовувати спеціальний символ "&";

- для виведення кожного символу подвійних лапок їх слід екранувати ще одними подвійними лапками; відповідно, для того, щоб вивести дві подвійні лапки підряд, слід використати чотири подвійні лапки підряд (при цьому, символи обмеження фрагменту тексту не були враховані);

- для відділення координат x та y між собою на першому етапі скористаємось символом ",".

На рис. 1 наведено фрагмент файлу MS Excel з таблицею даних про координати точок та двома підготовленими виразами.

	A	B	C	D	E	F	G
1		Точка	1	2	3	4	
2		X	10,1	10,2	10,3	10,4	
3		Y	5,5	6,5	7,5	8,5	
4							
5	Вираз 1	(COMMAND "_Line" "10,1;5,5" "10,2;6,5" "10,3;7,5" "")					
6	Вираз 2	(COMMAND "_Line" "10,1,5,5" "10,2,6,5" "10,3,7,5" "")					
7							

Рис. 1. Фрагмент файлу MS Excel

З метою отримання виразу 1 (рис. 1) в MS Excel слід скористатись наступною формулою

=("COMMAND ""_Line"" ""&C2&","&C3&"" ""&D2&","&D3&"" ""&E2&","&E3&"" ""&"")"

Аналіз виразу 1 дозволяє помітити, що для нього не виконується ряд наведених вище умов. Для вирішення даної невідповідності доповнимо попередню формулу наступним чином

=ПОДСТАВИТЬ(ПОДСТАВИТЬ("COMMAND ""_Line"" ""&C2&","&C3&"" ""&D2&","&D3&"" ""&E2&","&E3&"" ""&""),,,"),,,,")

Після доповнення виразу 1 функціями заміни деяких символів, отримаємо вираз 2 (рис. 1), який є повністю валідним AutoLISP-виразом.

Створення AutoLISP-програми в MS Excel для автоматизації підготовки креслень в AutoCAD

З метою інтенсифікації багатократної побудови масштабних креслень одним із варіантів може бути створення AutoLISP-програм у вигляді сукупності AutoLISP-виразів, принципи підготовки яких були розглянуті раніше.

Одним із найбільш зручних середовищ для створення таких програм є MS Excel, оскільки у даному додатку можна достатньо зручно вводити дані, виконувати їх обробку та формування власне AutoLISP-виразів для подальшого їх завантаження у AutoCAD. З використанням наведених рекомендацій навіть користувач з середніми навиками роботи у MS Excel зможе

виконати усі потрібні дії для створення таких AutoLISP-програм.

Використання запропонованого підходу проілюструємо на прикладі програми «Plan2Prof» для побудови поздовжнього профілю залізничної колії, план якої наведено на рис. 2 [8].

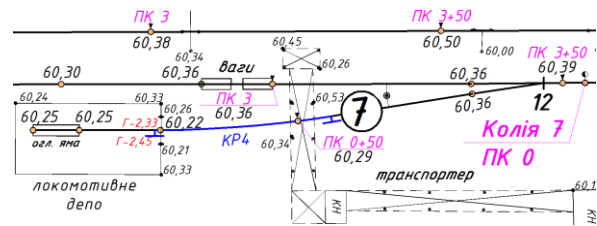


Рис. 2. Фрагмент плану залізничних колій

У відповідні клітинки інтерфейсу програми «Plan2Prof» необхідно занести усю значиму інформацію про план колії (див. рис. 3), для якої будується поздовжній профіль.

№п/п	Елемент	СППар1		СППар2 R		Несп Некр	Лгс	Марка СП	ΣSпл, м
		± L, м	Δ L, м	Δ L, м	Δ L, м				
1	Вістряк СП					12			0
2	СП (а-б ліво)	7,14	12,46			12	27,02	1/7	19,6
3		24,61							44,21
4	Естакада	-4,14	2,95	транспортер					<44,21>
5	КР (право)	30,52	190	4					<74,73>
6	Ворота		-1,1						<74,73>
7	Оглядова яма	-7,95	13	оглядова яма					<74,73>
8		20,97							95,7
9	Упор (тупик)								<95,7>

Рис. 3. Фрагмент інтерфейсу програми для введення даних про план залізничних колій

Аналогічно, у відповідні клітинки інтерфейсу даної програми необхідно занести усю значиму інформацію про відмітки контрольних точок залізничної колії (див. рис. 4). Там же можна контролювати параметри кожного елемента, а також параметри їх спрямлення.

№п/п	Довжина елементів	Відмітки точок	Спрямл. елем.	ΣSпр, м	Ухили, %	
					іокр	іспрям
1	-	60,41	60,41	0	-	-
2	19,6	60,36		19,6	-2,6	-1,7
3	30,4	60,29		50	-2,3	
4	23,63	60,22		73,63	-3	
5	14,12	60,25		87,75	2,1	
6	7,95	60,25	60,25	95,7	0	
7						

Рис. 4. Фрагмент інтерфейсу програми для введення даних про відмітки контрольних точок залізничної колії

Після введення усієї потрібної інформації у «Plan2Prof» виконується підготовка відповідної AutoLISP-програми, лістинг фрагментів якої наведений на рис. 5.

```
( GRAPHISCR )
( GRCLLEAR )
( COMMAND "_OSnap" "_off" )
( COMMAND "_Style" "Пікети" "Calibri bold italic" "2.5" "1" "0" " " " " )
( COMMAND "_Style" "Кілометри" "Calibri bold italic" "3" "1" "0" " " " " )
( COMMAND "_Style" "Крива" "Calibri bold italic" "2.5" "1" "0" " " " " )
( COMMAND "_Zoom" "_w" "-20,-50.99" "115.7,220" )
( COMMAND "_Lweight" "ByLayer" "" )
( COMMAND "_Line" "0,0" "95,7,0" "" "_Line" "95,7,0" "95,7,7" "" "_Line" "95,7,7" "0,7" "" "_Ll"
( COMMAND "_Text" "_S" "Пікети" )
( COMMAND "_Text" "_J" "MC" "50,-3" "0" "0,50" )
...
( COMMAND "_Lweight" "0.5" "" )
( COMMAND "_Line" "19,6,54,5" "44,21,54,5" "" "_Line" "44,21,54,5" "74,73,54,5" "" "_Line" "74,73,54,5" "74,73,54,5" "" )
( COMMAND "_Lweight" "ByLayer" "" )
( COMMAND "_Line" "0,62" "0,87" "" "_Line" "19,6,62" "19,6,87" "" "_Line" "7,14,62" "7,14,152" "" )
( COMMAND "_Lweight" "0.5" "" )
( COMMAND "_Line" "0,53" "0,56" "" "_Line" "0,54,5" "7,14,54,5" "" "_Line" "0,54,5" "19,6,59,5" "" )
( COMMAND "_Text" "_J" "MC" "4,14,137" "2,5" "90" "ЦСП 12" "" "_Text" "_J" "MC" "10,14,137" "2,5" "90" "ЦСП 12" "" )
( COMMAND "_Circle" "34,16,90,75" "1" "" )
( COMMAND "_Line" "34,16,90,75" "34,16,90" "" )
...
( COMMAND "_Arc" "44,21,-9,76" "a" "46,21,-7,76" "a" "-90" "_Arc" "72,73,-7,76" "e" "74,73,-9,76" "a" )
( SETVAR "FILLETRAD" 2 )
( COMMAND "_Text" "_S" "Крива" )
( COMMAND "_Text" "_J" "MC" "59,47,-20,26" "0" "КР 4" )
( COMMAND "_Text" "_S" "Standard" )
( COMMAND "_Text" "_J" "MC" "49,47,-24,26" "2,5" "0" "P - 190,00" "" "_Text" "_J" "MC" "68,47,-24,26" "2,5" "0" "T - 15,29" "" )
( COMMAND "_Text" "_J" "ML" "30,14,160" "0" "Корисна довжина" "" )
( COMMAND "_Text" "_S" "Standard" )
( COMMAND "_Text" "_J" "ML" "46,94,160" "3" "0" " / Вістряк СП12 - Упор" )
( COMMAND "_Text" "_J" "ML" "30,14,155" "3" "0" "Колія локомотивного депо" )
( COMMAND "_Text" "_J" "ML" "30,14,145" "3" "0" "Повна довжина - 95,7 м" )
( COMMAND "_Text" "_J" "ML" "30,14,140" "3" "0" "Корисна довжина - 61,54 м" )
( COMMAND "_OSnap" "_end_mid_cen_par_int_appint_per" )
( COMMAND "_Color" "7" )
( COMMAND )
```

Рис. 5. Лістинг фрагментів програми побудови поздовжнього профілю залізничної колії в AutoCAD

В результаті копіювання даної AutoLISP-програми (сукупності AutoLISP-виразів) у командний рядок AutoCAD, в останній відбувається автоматична побудова та оформлення поздовжнього профілю даної залізничної колії як показано на рис. 6.

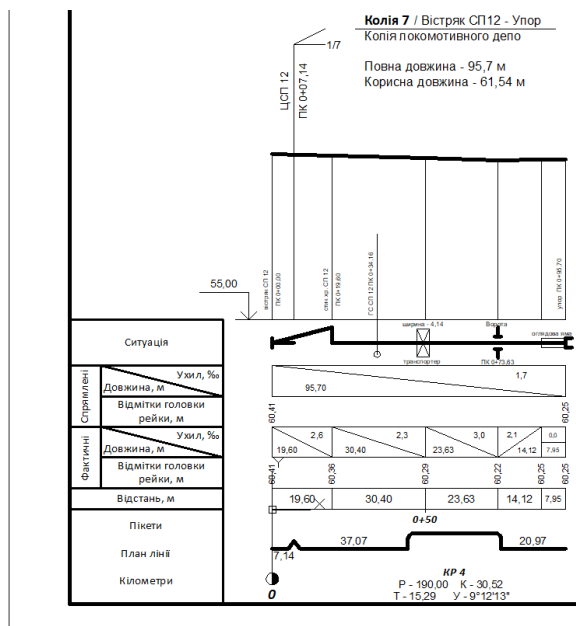


Рис. 6. Поздовжній профіль залізничної колії

За потреби отримане зображення проектувальник може додатково корегувати вручну в AutoCAD, після чого друкувати чи використовувати для оформлення пояснювальної записки.

Варто відзначити, що при коректному проектуванні такої програми як «Plan2Prof» (з урахуванням усіх факторів та нюансів оформлення подібних креслень) можна з великою ймовірністю гарантувати відсутність помилок у розрахунках та при оформленні цих креслень.

Визначення доцільності створення AutoLISP-програми для автоматизації підготовки креслень в AutoCAD

Виконаємо оцінку доцільності створення AutoLISP-програм у порівнянні з виконанням подібної роботи тим же проектувальником вручну. Для цього в табл. 2 наведені експертні оцінки тривалості побудови поздовжнього профілю залізничних колій різної довжини як з використанням програми «Plan2Prof» так і без неї.

Для кожного із вказаних варіантів були встановлені експертні оцінки тривалості побудови поздовжнього профілю для «простих» колій (з незначною кількістю елементів та контрольних точок), для «складних» колій $T_{скл}$, а також розраховані відповідні середні значення \bar{T} .

Таблиця 2

Часові оцінки створення креслень

L, м	З програмою			Без програми			$\frac{\bar{T}_{ЗП}}{\bar{T}_{БП}}$, %
	$T_{пр}$, хв	$T_{скл}$, хв	$\bar{T}_{ЗП}$, хв	$T_{пр}$, хв	$T_{скл}$, хв	$\bar{T}_{БП}$, хв	
100	14	25	19,5	45	58	51,5	37,9
500	25	46	35,5	103	137	120	29,6
1000	33	78	55,5	160	213	186,5	29,8
2000	43	113	78	210	280	245	31,8

Для середніх значень \bar{T} із табл. 2 наведемо залежності $\bar{T} = f(L)$ на рис. 7.

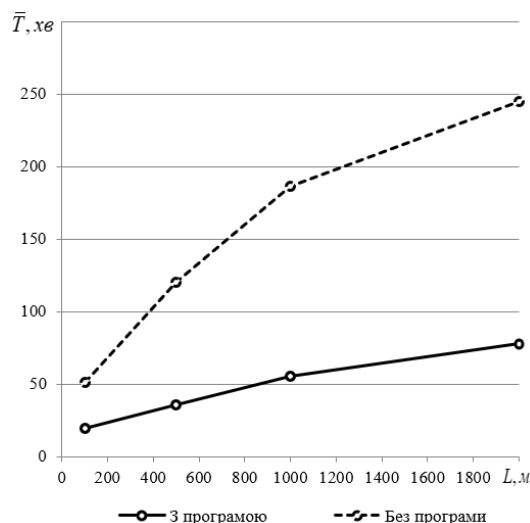


Рис. 7. Середні часові оцінки створення поздовжніх профілів з використанням програми та без неї

Як видно із табл. 2, тривалість створення поздовжніх профілів залізничних колій з використанням програми «Plan2Prof» скорочується більш ніж втричі, що, при регулярній потребі створювати подібні креслення, дозволить

суттєво інтенсифікувати даний процес. Варто зазначити, що вказані часові оцінки були надані підготовленими спеціалістами, в той час коли для початківців (з базовими навиками роботи у AutoCAD) тривалість виконання аналогічних креслень вручну очевидно була б більшою.

Незважаючи на те, що в даній статті ілюстрацією доцільності створення та використання AutoLISP-програм був процес побудови поздовжніх профілів саме залізничних колій, не викликає жодних сумнівів, що вказаний підхід щодо інтенсифікації та автоматизації процесу підготовки графічної частини технічної документації транспортної інфраструктури буде корисним і для підприємств та структурних підрозділів інших видів транспорту, і, насамперед, для автомобільного транспорту.

Висновки

В роботі транспортних підприємств досить часто виникають різноманітні задачі, які вимагають підготовки технічної документації; при цьому, однією із операцій, яка вимагає багато часу та постійної максимальної уваги проєктувальника, є складання та оформлення різноманітних креслень.

Існують різні шляхи інтенсифікації процесу підготовки графічної частини технічної документації, кожен із яких має як переваги так і недоліки. В даній статті розглянуто застосування з цією метою AutoLISP-програм, для підготовки яких рекомендується застосовувати середовище MS Excel. У даній статті наведені принципи створення AutoLISP-виразів для побудови графічних елементів у AutoCAD та розглянуті особливості їх підготовки в MS Excel.

Для прикладу застосування подібного підходу з метою побудови креслень у статті було розглянуто розроблену програму «Plan2Prof»,

яка працює у середовищі Microsoft Excel та дозволяє автоматизувати ряд найбільш тривалих операцій, пов'язаних з розрахунками, графічною побудовою поздовжніх профілів залізничних колій та їх оформленням у середовищі AutoCAD; наведені ілюстрації основних етапів роботи з даною програмою.

У підсумку наведена оцінка доцільності використання AutoLISP-програм, яка показала високу ефективність такого підходу.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. САПР. Програмування на функціональній мові AutoLISP при проєктуванні технологічного обладнання / В. Ю. Щербина, О. С. Сахаров, О. В. Гондляр, В. І. Сівецький. – К.: НТУУ «КПІ», 2014. – 156с.: іл.

2. М. Донченко, О. Рябенський. Особенности использования программных средств для модификации AutoCAD. – CADmaster, 2004, – 5(25), – С. 10-15.

3. Ю. А. Кречко. AutoCAD: программирование и адаптация. – М., Диалог, МИФИ, 1995.

4. Н. Н. Полещук, П. В. Лоскутов. AutoLISP и VisualLISP в среде AutoCAD. – СПб: 2006.

5. М. С. Свірневський. Розробка додатків для продуктів Autodesk: Навчальний посібник. - Хмельницький: ХНУ, 2017. - 316 с..

6. AutoLISP: Developer's Guide. Режим доступу: <https://help.autodesk.com/view/OARX/2021/ENU/>

7. AutoCAD Color Index. Режим доступу: <https://gohtx.com/acadcolors.php>.

8. Розробка структури типового паспорту під'їзних залізничних колій / Д. М. Козаченко, М. І. Березовий, В. В. Малашкін, М. А. Арбузов, І. Я. Сковрон // Транспортні системи та технології перевезень : зб. наук. пр. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпро, 2017. – Вип. 14. – С. 42-49.

Надійшла до редколегії 10.06.2022.

Прийнята до друку 15.06.2022.

I. SKOVRON, Ye. DEMCHENKO, A. DOROSH, V. MALASHKIN

EFFICIENT USE OF INFORMATION TECHNOLOGIES TO AUTOMATE THE TRANSPORT INFRASTRUCTURE TECHNICAL DOCUMENTATION PREPARATION

Purpose. The article purpose is to analyze and solve the problem of intensification and automation of the graphic part preparing process of the transport infrastructure technical documentation for enterprises and structural divisions of rail and road transport. **Methodology.** It is important for solving the problem to single out from the numerous factors that affect on the drawing creation duration, those critical operations that take a significant amount of time, and wherein are performed mainly manually. It allows to intensify these operations by replacing the maximum number of manual routine actions with their automated execution. When creating a graphical part of technical documentation for transport objects, such a critical operation is usually the actual process of preparing a number of drawings that require the construction of a large number of graphic elements that can be automated using basic knowledge of the MS Excel, the Autodesk AutoCAD design system, and the MS Word. **Results.** To illustrate

the effectiveness of the intensification and automation of the technical documentation graphic part preparing process, statistical processing of expert estimates of the construction duration of the railway track longitudinal profile with a different number of elements and control points, which should be taken into account when drawing, was performed. **Practical significance.** Due to significant duration of some drawings creation the use of the described software package allows significantly speed up not only the process of preparing the graphic part of the technical documentation of the transport infrastructure, but also the process of creating an explanatory note.

Keywords: automation, technical documentation, scale drawings, software.