

**МІНІСТЕРСТВО ТРАНСПОРТУ ТА ЗВ'ЯЗКУ УКРАЇНИ**  
**ДЕРЖАВНИЙ ЕКОНОМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ**  
**УНІВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТУ**  
**Кафедра «Телекомунікаційні технології та автоматика»**



**СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ**  
**ПРИЛАДІВ ТА СИСТЕМ**

**Методичні вказівки**  
**щодо організації лабораторних робіт та самостійної роботи студентів**

Для студентів 3, 4-х курсів денної форми навчання  
Спеціальності 7.092507 «Автоматика та автоматизація  
на транспорті»

**Шевченко О. В., Каріков А.Г.** Системи автоматизованого проектування приладів та систем: Методичні вказівки щодо організації лабораторних робіт і самостійної роботи для студентів спеціальності 7.092507 «Автоматика та автоматизація на транспорті» денної форми навчання / К.: Редакційно-видавничий центр ДЕТУТ, 2009. – 75 с.

Методичні вказівки щодо організації лабораторних робіт та самостійної роботи студентів включають: тематичний план навчальної дисципліни; загальні рекомендації щодо організації самостійної роботи з дисципліни, у тому числі щодо організації індивідуального завдання (розрахунково-графічної роботи); систему поточного та підсумкового контролю знань студентів; список рекомендованої літератури. Самостійна робота студентів є основним засобом оволодіння навчальним матеріалом у час, вільний від нормованих навчальних занять, тобто лекційних, практичних і лабораторних занять.

Призначені для студентів спеціальності 7.092507 «автоматика та автоматизація на транспорті» денної форми навчання і відповідають програмі курсу «Системи автоматизованого проектування приладів та систем».

*Методичні вказівки розглянуті та затверджені на засіданні кафедри  
(протокол № 3 від 22.10.2008 р.) і на засіданні методичної ради факультету  
(протокол № 4 від 25.11.2008 р.)*

Укладачі: О. В. Шевченко, канд. техн. наук, доцент кафедри ТТА;

А. Г. Каріков, ст. викладач кафедри ТТА

Рецензенти: І. М. Бондаренко, канд. техн. наук, доцент кафедри ТТА, ДЕТУТ;

С. О. Скворцов канд. техн. наук, доцент кафедри безпеки інформаційних технологій Національного авіаційного університету

## ЗМІСТ

Вступ.....	4
<b>Частина I</b> .....	5
1. Загальні положення.....	5
2. Експлуатаційно-технічні основи обладнання станцій електричною централізацією (ЕЦ).....	5
3. Складання схематичного плану станції .....	8
4. Лабораторні роботи.....	11
Лабораторна робота 1.....	11
Лабораторна робота 2.....	15
Лабораторна робота 3.....	17
Лабораторна робота 4.....	20
Лабораторна робота 5.....	22
<b>Частина II</b> .....	24
5. Тематичний план навчальної дисципліни.....	24
6. Теоретичні відомості.....	28
Тема 1. Вступ. Структура, принципи творення та класифікація САПР.....	28
Тема 2. Формалізація процесу проектування.....	30
Тема 3. Місце САПР в інтегрованих системах проектування.....	31
Тема 4. Обчислювальні мережі (ОМ) в САПР.....	33
Тема 5. Програмне забезпечення (ПЗ) САПР. Підсистеми розробки ПЗ САПР.....	34
Тема 6. Основи роботи у системі AutoCAD.....	35
Тема 7. Моделювання і алгоритмізація автоматизованих систем.....	40
Тема 8. Діалогові процедури та особливості їх використання в САПР.....	42
Тема 9. Системно-технічна діяльність при створенні ефективного САПР.....	43
Тема 10. Математичні методи аналізу продуктивності та надійності САПР.....	44
Тема 11. Структурне моделювання.....	46
Тема 12. Функціональне моделювання.....	47
Тема 13. Логічне моделювання.....	49
7. Загальні рекомендації що до організації самостійної роботи з дисципліни.....	50
8. Питання до заліку.....	58
Список рекомендованої літератури.....	63
Додатки.....	64

## ВСТУП

Методичні вказівки що до організації самостійної роботи студентів з дисципліни “Системи автоматизованого проектування приладів і систем” розроблені відповідно до навчальної та робочої програми дисципліни і призначені для студентів спеціальності 7.092507 «Автоматика та автоматизація на транспорті» безвідривної форми навчання.

Вивчення дисципліни “Системи автоматизованого проектування приладів і систем” передбачає засвоєння навчального матеріалу у вільний від аудиторних занять час у формі самостійної та індивідуальної навчально-дослідної роботи (розрахунково-графічної роботи), призначеної формувати практичні навички роботи студентів із спеціальною літературою, орієнтувати їх на інтенсивну роботу, критичне осмислення набутих знань та глибоке вивчення теоретичних і практичних проблем, з якими пов’язана діяльність інженера з автоматики та автоматизації на залізничному транспорті.

Самостійна робота над засвоєнням навчального матеріалу з дисципліни може виконуватися у бібліотеці, навчальних кабінетах та лабораторіях, у домашніх умовах. Згідно з навчальним планом дисципліни “Системи автоматизованого проектування приладів і систем” на самостійну роботу студентів денної форми навчання відведено 216 години, з них 16 – на виконання завдання розрахунково-графічної роботи, 111 - на самостійну роботу студент, 51 – на лекційні заняття . Рациональна організація самостійної роботи вимагає від студента вміння розподілу свого часу між аудиторною та поза аудиторною роботою. Виконання завдань із самостійної та індивідуальної роботи є обов'язковим для кожного студента.

Методичні вказівки що до організації самостійної роботи студентів включають: тематичний план навчальної дисципліни; загальні рекомендації що до організації самостійної роботи з дисципліни, у тому числі що до організації індивідуального наукового-дослідного завдання (розрахунково-графічної роботи); систему поточного та підсумкового контролю знань студентів; список рекомендованої літератури.

Фінальною формою самостійної роботи є підготовка до заліку. Вона базується на систематичному вивченні лекційного матеріалу, питань, розглянутих на індивідуальних заняттях, а також проблемних питань, досліджених самостійно та вмінні логічно викладати їх сутність.

# ЧАСТИНА I

## 1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

При підготовці до виконання лабораторних робіт студент повинен підготуватись: проробити конспект лекцій, рекомендовану літературу та ознайомитись з даним методичним посібником.

Допуск до виконання роботи визначає викладач шляхом співбесіди. Під час бесіди студент повинен продемонструвати знання відповідних розділів теоретичного курсу та методики виконання роботи, а також пред'явити заготовку звіту.

## 2. ЕКСПЛУАТАЦІЙНО-ТЕХНІЧНІ ОСНОВИ ОБЛАДНАННЯ СТАНЦІЙ ЕЛЕКТРИЧНОЮ ЦЕНТРАЛІЗАЦІЄЮ (ЕЦ)

По станціях можливі поїзні та маневрові пересування. Пересування по замкнених на шляху прямування стрілках називаються *маршрутизованими*, а по незамкнених – *немаршрутизованими*.

*Станційним маршрутом* називається, заздалегідь підготовлений та обумовлений технологічним процесом робіт станції, шлях прямування поїзда або маневрового состава в межах даної станції, або за її межі. В технічно-распорядному акті (ТРА) вказані призначення станційних колій, нормальне положення стрілок та норми на виконання різних операцій і порядок робіт при прийомі, відправленні поїздів та маневрах.

Стрілки, по яких пересуваються поїзди або маневрові состави, повинні займати визначальне положення, яке відповідає підготовленому маршруту. Нормальне положення стрілок встановлюється начальником станції або комісією відповідно до вимог Правил технічної експлуатації (ПТЕ) та заносяться в ТРА станції. Стрілка в заданому маршруті може займати нормальне положення (+) або переведене (-). Як правило (+) положенню стрілки відповідає направлення її гостряків по прямій колії, а (-) – по боковій колії.

До поїзних пересувань відносяться прийом поїзда на станцію, відправлення поїзда на перегін та передача поїздів з одного парку в інший. Тому всі стрілки маршрутів прийому, відправлення та передачі, а також охоронні до них стрілки включаються в централізацію.

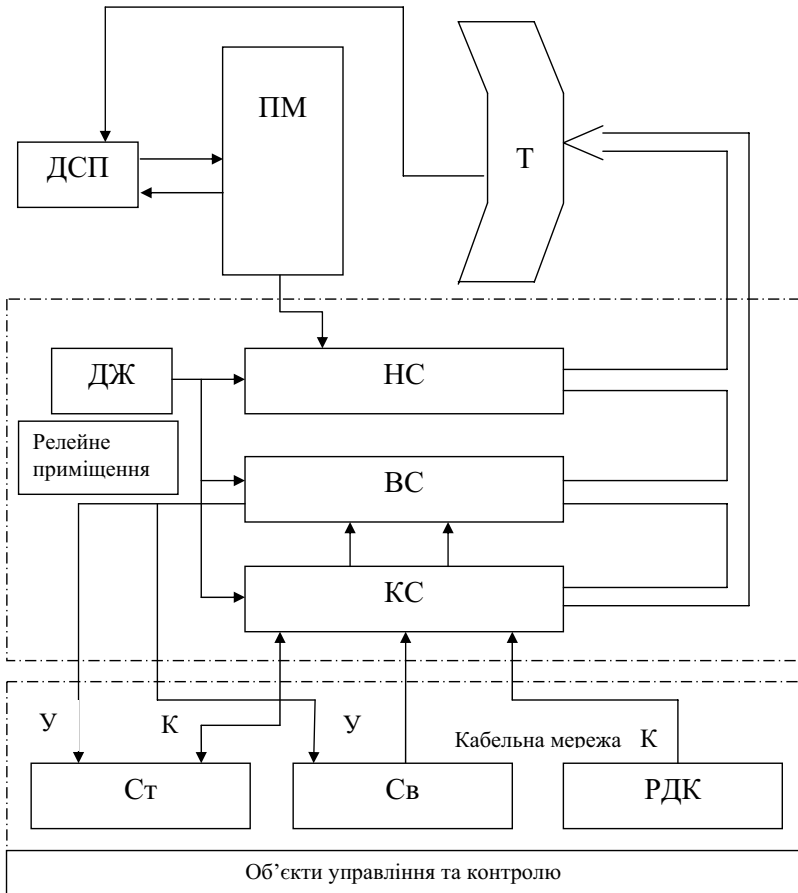
При маршрутизації станції доцільно передбачати можливість використання найбільшої кількості колій для пересування у двох напрямках. На станціях двокільйних ліній виділяють маршрути для тимчасового переходу на двобічний рух по будь-якій колії перегону під час ремонту другої колії.

Маршрути, одночасне пересування по яких неможливо, називаються *ворожими*. До них відносяться: маршрути, в яких одні і ті самі стрілки знаходяться в різних положеннях; зустрічні маршрути прийому, а також прийому та маневрів на одну і ту саму колію; маршрут прийому на колію з місцевим керуванням стрілками в протилежній горловині, дозволяючи вихід на

колію прийому; попутний маршрут прийому на колію та маршрут насування на гірку з цієї колії при можливості осаджування состава, який насувається; зустрічні маневрові маршрути на одну і ту саму ділянку колії в горловині станції незалежно від довжини цієї ділянки; попутні або зустрічні маршрути, які устанавлюються по одних і тих самих стрілках в одному і тому самому положенні; варіанти місцевого керування та маршрути що суміщені за положенням стрілок; маршрути прийому та попутні маршрути відправлення по груповому вихідному світлофору при відсутності на ньому маршрутного показника колії відправлення.

*Основним маршрутом* називається найкоротший шлях прямування по станції, який має найменшу кількість ворожих маршрутів та дозволяє найбільшу швидкість руху. Варіантні маршрути відрізняються від основних положенням стрілок.

Електрична централізація являє собою систему управління стрілками та сигналами за допомогою електричної енергії. При ЕЦ кожна стрілка, що включається в централізацію, обладнується електроприводом, котрий здійснює її перевід, замикання і контроль положення при дотриманні безпеки руху. Як сигнальні пристрої використовують поїзні та маневрові світлофори.



**Рис.1**

На рис.1 наведена найбільш загальна структура системи електричної централізації, до якої входять пристрої управління, схеми набору, встановлення маршрутів і схеми напільного обладнання. Реальні системи можуть мати різні відмінності від зображеної схеми, але всі перелічені функціональні вузли обов'язково будуть присутні.

У процесі встановлення маршруту ДСП спочатку виконує маніпуляції на пульті управління. Його дії фіксуються спеціальними схемами ЕЦ, які пов'язані з органами управління. Після цього перевіряються логічні умови безпеки, які визначають можливість встановлення маршруту, що задається, і, якщо всі вони виконуються, то формуються команди на ввімкнення схем управління виконавчими пристроями. Загалом пристрої централізації можна зобразити у вигляді структурної схеми, показаної на рис. 1. ДСП (черговий по станції) на пульті-маніпуляторі ПМ виконує дії, необхідні для задання маршруту, які

фіксуються наборними схемами НС в релейному приміщенні. Виконавчі схеми ВС впливають на об'єкти управління (стрілочні переводи Ст., світлофори Св.) при виконанні умов задання маршруту, для чого виконавчі схеми управління зв'язані з контрольними схемами КС. Інформація про задання маршруту стан напільних пристроїв та положення рухомих одиниць на станції видається черговому на табло Т. Від рейкових ділянок колій РДК, світлофорів і стрілочних переводів надходять на виконавчі схеми та на табло сигнали контролю. Всі прилади посту ЕЦ станції отримують живлення від ДЖ.

### 3. СКЛАДАННЯ СХЕМАТИЧНОГО ПЛАНУ СТАНЦІЇ

Станції відповідно до вимог ПТЕ повинні забезпечувати: прийом, перетинання, обгін і відправлення поїздів, а також здійснювати маневрову роботу та технічні операції з поїздами. Виконання цих функцій покладається на технічні засоби централізації стрілок і сигналів. Назва підкреслює їх основну мету – забезпечення взаємної залежності між положенням стрілок у маршруті та показанням світлофорів при управлінні ними з одного пункту.

Централізоване управління стрілками та сигналами здійснюється однією особою – черговим по станції (ДСП) з поста централізації. За рахунок цього забезпечується необхідний рівень безпеки руху і максимальна пропускна спроможність станції.


Завдання на проектування електричної централізації видається замовником проекту. Головним документом розробки є схематичний план, який складається по матеріалах зйомок та проектного плану станції.


Схематичний план узгоджується службами залізниці та затверджується головним інженером.

Розробка схематичного плану починається з ознайомлення з проектним планом станції, ТРА та технічними умовами на проектування. Прикладом може бути ст. В рис. 1.1 показані ординати стрілок, відносно осі пасажирської будівлі з майбутнім розміщенням ДСП. Марка та тип рейок по станції, спеціалізація колії прийому та відправлення, стрілки, які повинні бути включенні в ЕЦ.

За допомогою ПК в пакеті автоматизованого проектування AUTOCAD виконується розрахунок місць встановлення стрілочних електроприводів. На креслення наносяться стрілочні переводи, колії, тобто складається каркас схематичного плану. В таблицю заносяться розрахункові дані запроєктованих об'єктів.

#### Умовні позначення схематичного плану

 – пост електричної централізації або пасажирська будова, ДСП, пункт технічного огляду вагонів, маневрова будка з розміщенням табло відносно колій;

 – стрілочний перевід, що включається в ЕЦ;





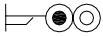
— стрілочний перевід, що не включається в ЕЦ;



— вхідний світлофор щогловий з запрошувальним місячно-білим вогнем з миготінням;



— вихідний світлофор щогловий з двома трансформаторними ящиками ;



— маневровий світлофор щогловий з одним трансформаторним ящиком;



— релейна шафа;



— батарейна шафа (7 акумуляторів);



— вхідний світлофор на двоколійних ділянках під час руху по зустрічній колії у разі ремонтних робіт по одній із них;



— світлофор карликовий маневровий з однією головкою;



— світлофор карликовий поїзний з двома головками;



— показання світлофора – зелене;



— показання світлофора – жовте;



— показання світлофора – жовте з миготінням;



— показання світлофора – червоне;



— показання світлофора – біле;



— показання світлофора – синє;



— показання світлофора – біле умовно-дозвільне з миготінням;



— рейковий ізольований стик;



— рейковий ізольований стик негабаритний.

## 4. ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ

### Лабораторна робота 1

**Тема.** Розміщення та розрахунок місця встановлення стрілочних приводів при складанні схематичного плану станції.

#### 1. Мета роботи

1. Ознайомитись з методикою виконання схематичного плану станції.
2. Навчитись розраховувати по таблицям місця розташування приводів стрілочних переводів, їх нумерацію та розміщення граничних стовпчиків по станції.
3. Набуття практичних навиків роботи з ПК в пакеті САПР AutoCAD по проектуванню засобів залізничної автоматики.

#### 2. Загальні положення

Лабораторна робота виконується на ПК в пакеті автоматизованого проектування AutoCAD. Студенти повинні оволодіти основами AutoCAD у обсязі, необхідному для виконання на ПК креслень та розрахункових робіт.

Кожному студенту видається проектний план станції (див. варіант по додатку 1) для розробки схематичного плану. Проектний план складається, як правило, службою вузлів та станцій, або на базі матеріалів пошукових робіт. Студент повинен в зошиті з лабораторних робіт скласти таблиці для внесення розрахункових ординат встановлення стрілок та граничних стовпчиків непарної та парної горловин станцій (табл. 1.1)

#### 3. Методика виконання роботи

- а) Ознайомитись з теоретичними матеріалами;
- б) вибрати варіант своєї станції за останнім номером залікової книжки;
- в) ознайомитись з таблицями визначення ординат від центру переводу до пера гострия стрілки залежно від марки хрестовини та типу рейок (табл. 1 додатка). Схематичний план складається з урахуванням ординат центрів стрілочних переводів відносно поста ЕЦ або ДСП. На заданому схематичному плані визначається місце розміщення центра стрілочного приводу (далі – “стрілка”) по відношенню до осі ДСП або посту ЕЦ.

Розрахунок місця встановлення приводу для керування переводом і контролю положення стрілки виконується таким чином: визначається напрямок гострого кута стрілочного переводу по відношенню до поста ЕЦ, якщо гостряк направлений в бік перегону, то до ординати центру стрілочного переводу додається довжина гострия, або віднімається – якщо у зворотному напрямку; це і буде ордината гостряків де встановлюється стрілочний електропривод.

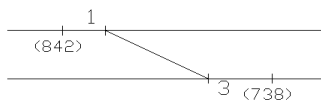


Рис. 1

Наприклад, для двох стрілок 1 та 3: дані для стрілок – марки хрестовин 1/11, типи рейок – Р65, координати центрів відповідно – 831 і 749 м див. рис 1:

Використовуючи таблицю 1 додатка, знаходимо для стрілки з хрестовиною марки 1/11 та типом рейок Р65 відстань

від центра перевезу до гостряка стрілки – відповідно 11,25 м.

Отже, гостряки стрілок 1 та 3 матимуть такі координати:

стрілка 1:  $831 \text{ м} + 11,25 \text{ м} = 842,25 \approx 842 \text{ м}$

стрілка 3:  $749 \text{ м} - 11,25 \text{ м} = 737,75 \approx 738 \text{ м}$ .

Стрілки 1 та 3 повинні бути одночасно в переведеному положенні (+) або (-), тому вони називаються з'їздом або спареними стрілками.

Отримані в результаті розрахунків дані заносяться до таблиці. Ці величини є початковими для розрахунку усіх наступних ординат на станції.

Далі треба виконати (по табл. 2 додатка 1) розрахунок ординат встановлення граничних стовпчиків усіх стрілок станції

Першочерговим у нумерації стрілок і світлофорів є знання про горловину станції, яка може бути парною чи непарною. Парність горловини визначається літерою (назвою) вхідного світлофора (Ч – парний, Н – непарний). Нумерація стрілок визначається парністю горловини: стрілкам не парної горловини відповідають непарні номери – 1, 3, 5, 7... , парної – парні номери – 2, 4, 6, 8... .

При нумерації стрілок керуються також таким правилом: спарені (що утворюють з'їзд між двома коліями) завжди нумеруються послідовними номерами: 1/3, 7/9, 2/4, 8/10 і т. д.

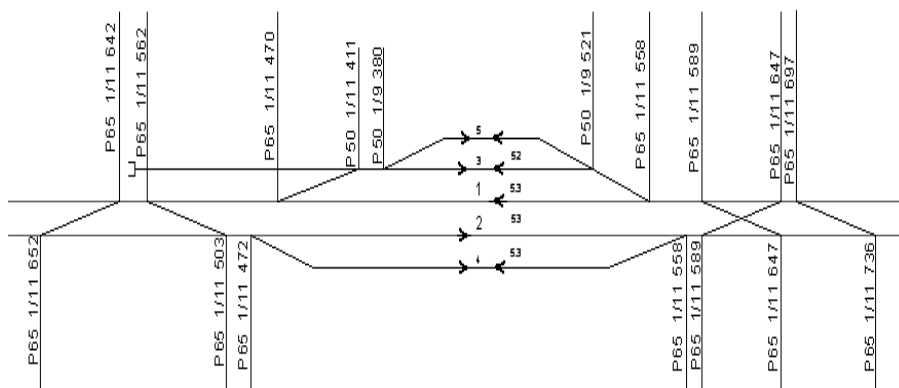
На кресленні номери стрілочних приводів позначаються номером збоку колії, де проектувальником передбачається встановлення електроприводу. Розташовують електропривода з таким розрахунком, щоб при виконанні експлуатаційних робіт не виникало перешкод з боку рухомого складу для працівників, що їх обслуговують. Як правило, приводи встановлюють з того боку, де більше міжколій, а на головних коліях – в міжколійї головної і бічної колій.

#### **4. Складання звіту**

Студент повинен за допомогою програми AutoCAD виконати креслення схематичного плану станції: нанести стрілки, пронумерувати їх згідно з ТРА. Розрахувати по табл. 1 і 2 додатка 1 ординати стрілок і граничних стовпчиків парної і непарної горловин станції та внести ці дані в табл. 1.1 та 1.2 звіту. Студент має скласти таблицю самостійно за прикладом.

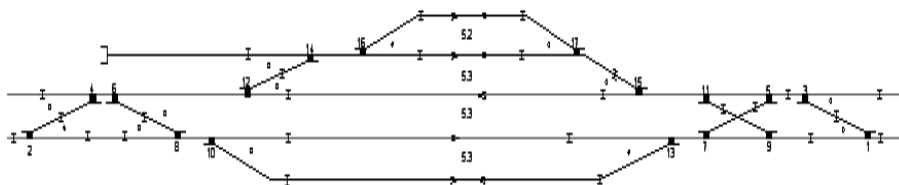
Схематичний план (завдання)

Рис 1.1



Схематичний план (виконання лабораторної роботи 1)

Рис 1.2



Таблиця 1.1

№ п.п	Номер стрілки	Тип рейок	Марка хрестовин	Ординати, м	
				Стрілки	Гран. стовп.
1	2	P65	1/11	711	654
2	4	P65	1/11	631	688
3	6	P65	1/11	573	516
4	8	P65	1/11	492	549
5	10	P65	1/11	483	426
6	12	P65	1/11	481	424

7	14	P50	1/11	401	455
8	16	P50	1/9	380	338

Таблиця 1.2

Ном. п.п	Номер стрілки	Тип рейок	Марка хрестовин	Ординати в м	
				Стрілки	Гран. стовп.
1	1	P65	1/11	747	690
2	3	P65	1/11	686	729
3	5	P65	1/11	658	601
4	7	P65	1/11	578	535
5	9	P65	1/11	658	601
6	11	P65	1/11	578	535
7	13	P65	1/11	569	512
8	15	P65	1/11	569	512
9	17	P50	1/9	532	478

### **5.Контрольні запитання**

1. Як визначити довжину гостряка стрілки до центру переводу?
2. Що означають такі марки хрестовин: 1/9, 1/18?
3. Що таке симетрична стрілка?
4. Що означають такі марки рейок: P50, P65?
5. Де встановлюються приводи для переводу стрілок?
6. Як нумеруються стрілки по станції при обладнанні пристроями електричної централізації?
7. Що визначає граничний стовпчик та де він встановлюється?

## Лабораторна робота 2

**Тема.** Організація поїзних та маневрових пересувань по станції, розміщення світлофорів та розрахунок їх ординат.

### **1. Мета роботи**

1. Набуття навичок розстановки на схематичному плані станції вхідних, вихідні та маневрових світлофорів.
2. Навчитись розраховувати їх ординати відносно посту ЕЦ.
3. Набути навичок виконання нумерації світлофорів по станції.

### **2. Загальні положення**

Лабораторна робота виконується на ПК в пакеті автоматизованого проектування AutoCAD. Студенти повинні оволодіти основами AutoCAD у обов'язку, необхідному для виконання на ПК креслень та розрахункових робіт.

Кожний студент виконує подальше проектування плану станції наданого для розробки схематичного плану при виконанні лабораторної роботи 1.

### **3. Методика виконання роботи:**

- а) Ознайомитись з теоретичним матеріалом лекцій та даним методичним посібником;
- б) в зошиті лабораторних робіт скласти таблиці для внесення розрахункових ординат встановлення поїзних та маневрових світлофорів непарної та парної горловин станцій (табл. 2.1 та 2.2).

Аргументувати організацію поїзних та маневрових пересувань по станції, необхідність встановлення поїзних, маневрових світлофорів. Вказати чому встановлюються щоглові або карликові світлофори.

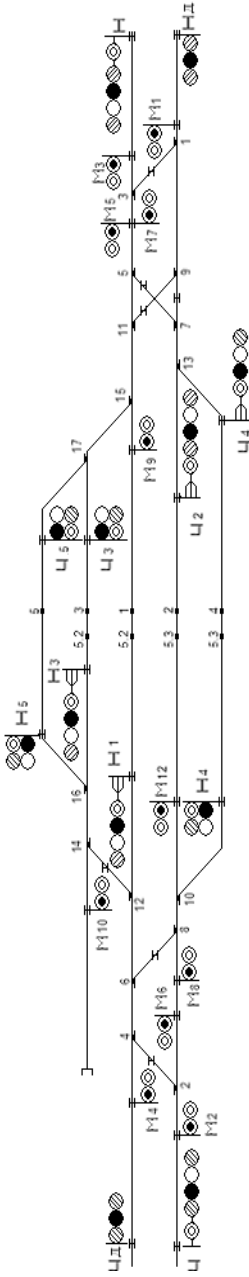
За допомогою таблиць 3,4,5 додатка 1 розрахувати місця встановлення світлофорів та занести ці дані до табл. 2.1 та 2.2

### **4. Складання звіту**

Студент повинен за допомогою програми AutoCAD накреслити схематичний план станції, нанести вхідні, вихідні та маневрові світлофори та скласти таблиці їх ординат непарної та парної горловини.

### **5. Контрольні запитання**

1. Які функції виконує вхідний світлофор?
2. Які функції виконують вихідні світлофори?
3. В яких випадках встановлюються щоглові маневрові світлофори?
4. Чому маневрові світлофори в горловині станції встановлюються карликовими?
5. Коли вихідні світлофори встановлюються карликові, а коли – щоглові?
6. Який і коли світлофор встановлюється з лівої сторони колії?



**Схематичний план**

*Таблиця 2.1*

Назва світлофору	Ордината світлофору(м)
Ч, Чд	916
Н1	399
Н3	304
Н4	401
Н5	422
М2	716
М4	692
М6	701
М8	810
М10	462
М12	422

*Таблиця 2.2*

№ п/п	Назва світлофору	Ордината світлофору(м)
1	Н, Нд	951
2	Ч2	487
3	Ч3	470
4	Ч4	508
5	Ч5	470
6	М1	751
7	М3	747
8	М5	662
9	М7	662
10	М9	508



### Лабораторна робота 3

**Тема.** Маршрутизація пересувань по станції, та складання таблиці взаємозалежності між поїзними маршрутами, стрілками та сигналами.

#### **1. Мета роботи**

1. Набуття навичок складання таблиць взаємозалежності між поїзними маршрутами, стрілками та сигналами на прикладі заданій станції.

#### **2. Загальні положення**

Лабораторна робота виконується на ПК в пакеті автоматизованого проектування AutoCAD. Студенти повинні оволодіти основами AutoCAD у обов'язі, необхідному для виконання на ПК креслень та розрахункових робіт.

Кожний студент виконує подальше проектування плану станції наданого для розробки схематичного плану при виконанні лабораторних робіт 1 та 2.

#### **Теоретичні відомості**

Експлуатаційна ефективність внутростанційної роботи багато в чому залежить від правильної організації маршрутних пересувань.

*Станційним маршрутом* називається заздалегідь підготовлений та обумовлений технологічним процесом робіт станції шлях слідування поїзда або маневрового состава в межах даної станції, або за її межі. В технічно-розпорядному акті вказані призначення станційних колій, нормальне положення стрілок та норми на виконання різних операцій і вказаний порядок робіт при прийомі, відправленні поїздів та маневрах.

Маршрути, які не можуть бути або не повинні встановлюватися одночасно за умовами безпеки руху, називаються *ворожими*. Наприклад, маршрути прийому по сигналу Н на першу колію є ворожим для усіх маршрутів прийому не по цьому сигналу на інші колії. Вони не сумісні, тому що стрілка 1/3 входить в усі маршрути прийому в різних положеннях, а вільність маршруту контролює стрілочна ізольована ділянка ІСП.

В таблиці взаємозалежності маршрутів ці маршрути позначаються (X) хрестиком – тобто ворожі.

*Неворожим* називаються такі маршрути, які за умовами безпеки руху можуть бути встановленні одночасно. Наприклад, прийом на першу колію зі станції А та відправлення з 2 колії на станцію А.

Стрілки, які входять до маршруту поділяються на *маршрутні* та *охоронні*. Маршрутними стрілками називаються ті, по яких безпосередньо проходять поїзди. Охоронними стрілками називаються такі, які, хоча і включаються в маршрут, але по них поїзди не проходять. Охоронні стрілки дозволяють огородити состав, який їде по заданому маршруту, від виходу на маршрут іншого состава. Наприклад, при прийомі на 1 колію зі станції А, стрілка 1 маршрутна, стрілка 3 охоронна, і навпаки при відправленні на станцію А стрілка 3 маршрутна, а стрілка 1 охоронна. Якщо охоронна стрілка не є спареною то в таблиці вона позначається (+) або (-).

Стрілка називається протишерстна, оскільки їх положення змінює колію

прямування поїзда на колію або на колію. Стрілка називається пошерстною, тому що її положення не може змінити колію прямування поїзда. Кожна стрілка на станції може бути пошерстною та протишерстною залежно від напрямку руху по стрілці.

### ***3.Методика виконання роботи:***

а) Ознайомитись з теоретичним матеріалом та даним методичним посібником;

б) в зошиті з лабораторних робіт скласти таблицю взаємозалежності маршрутів, стрілок та світлофорів та заповнити їх маршрутами та стрілками відповідно до заданої кожному студенту станції та її маршрутизації.

### ***4.Складання звіту***

Студент повинен в зошиті з лабораторних робіт виконати креслення таблиці взаємозалежності стрілок і сигналів станції свого варіанта. Ворожі маршрути позначаються в таблиці X, положення стрілок + або - .

### ***5.Контрольні запитання***

- 1.Як позначаються взаємозалежності стрілок, що означає (+) або (-)?
- 2.Що означає ворожий маршрут?
- 3.Скільки поїздів одночасно може бути прийнято на станцію з одного напрямку?
- 4.Чи можна одночасно виконати маневри на одну колію з різних горловин?
- 5.Чи можна одночасно виконати маневри на одну ділянку в горловині станції з різних напрямків?
- 6.Що таке паралельні маршрути?

Таблиця взаємозалежності стрілок і сигналів

Напрямок	№ маршруту	Колія приб./відправл.	По світлофору	Сигнальний показ	МАРШРУТИ																СТРІЛКИ																			
					Ст. «А»	Ст. «Б»	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	2/4	6/8	10	12/14	16	17	15	13	9/11	5/7	1/3							
Приєм	1	наі.к.	h	⊗	○	×	×																																	
	2	наз.к.	h	⊗	×	○	×	×	×	×	×																													
	3	наз.к.	h	⊗	×	○	×	○	×	○	×																													
	4	наз.к.	h	⊗	×	×	○	×	○	×	×	×	×	×																										
Відправлення	5	31 к.	H1	○	×	×	×	×	×	×	×																													
	6	3-3 к.	H3	○	×	×	○	×	×	×	×																													
	7	4 к.	H4	○	×	×	×	×	○	×	×	○	×																											
	8	5 к.	H5	○	×	×	×	×	×	×	×	○																												
Ст. «Б»	9	2 к.	Ч2	○											○	×	×	×																						
	10	3 к.	Ч3	○											×	○	×	×	×	×																				
	11	4 к.	Ч4	○											×	×	○	×																						
	12	5 к.	Ч5	○											×	×	×	○	×	×	×																			
Приєм	13	1 к.	Н	⊗																																				
	14	3 к.	Н	⊗																																				
	15	4 к.	Н	⊗																																				
	16	5 к.	Н	⊗																																				

## Лабораторна робота 4

**Тема.** Сигналізація поїзних пересувань по станції.

### **1. Мета роботи**

Набуття навичок складання таблиць взаємозалежності показань поїзних сигналів на заданій станції та примикаючих перегонах при прийомі та відправленні поїздів.

### **2. Методика виконання роботи**

Лабораторна робота виконується за схематичним планом розробленим студентом в 1 та 2 роботах. При виконанні позакласної роботи, в зошиті лабораторних робіт підготувати таблиці світлофорної залежності парної та непарної горловин станції.

### **Теоретичні відомості**

Експлуатаційна ефективність станційної роботи багато в чому залежить від правильної організації маршрутних пересувань та світлофорної сигналізації. Основні принципи сигналізації зводяться до такого: *червоне* світло потребує зупинити рухому одиницю перед світлофором і має абсолютне значення; *жовте* світло дозволяє проходження світлофора зі швидкістю, що дає можливість встигнути зупинитись перед наступним світлофором, що сигналізує червоним; *зелене* світло дозволяє проходження світлофора з максимальною швидкістю для даного поїзда по станції та перегону: наступний світлофор сигналізує дозволяючим показанням.

Сигналізація світлофора двома вогнями, нижній з яких обов'язково жовтий, дозволяє проходження даного світлофора з меншою швидкістю.

Швидкість руху поїздів по станції залежить від необхідності відхилення від головної колії. Головною колією називається колія, що є подовженням перегону. Швидкість руху по головній колії визначається ТРА станції. Швидкість руху поїздів по стрілочних переводах при відхиленні від прямої колії має бути знижена. Так, при рейках марки Р50 та марки стрілочних хрестовин 1/9 та 1/11 швидкість не повинна перевищувати 40 км на годину. При рейках Р65 та стрічках 1/11- не більше 50 км на годину. При хрестовині 1/18 не більше 80 км на годину.

### **4. Складання звіту**

Студент повинен за допомогою програми AutoCAD на кресленні схематичного плану станції нанести вхідні, вихідні і світлофорну залежності непарної та парної горловини.

### **5. Контрольні запитання**

1. Якими мають бути показання вхідного світлофора при прийомі на головну колію?

Таблиця 4.1  
Приймю по сигналу Ч

Назв. сигн.	Показ. сигн.	При показанні сигналу	Лист РУ-30	Стр.
Ч		або	Лист 9	- 5/7
		або		
		або		
			Ч4	- 2/4
			Ч2	
			Ч3	
			Ч4	
			Ч5	

Таблиця 4.2  
Відправлення парне

Назв. сигн.	Показ. сигн.	При показанні сигналу	Лист РУ-30	Стр.
Ч2 Ч3 Ч4 Ч5			Перший на перегоні Лист 9	-5/7
		або		
Ч2			Перший на перегоні Лист 9	-5/7
		або		

Таблиця 4.3  
Відправлення

Назв. сигн.	Показ.	При показан. сигн.	Лист РУ-30
Н1			Лист 9
Н3		або	
Н4		або	
Н5		або	

Перший на перегоні

Таблиця 4.4  
Приймю по сигналу

Назв. Сигн.	Показ.	При показан. Сигн.	Лист РУ-30
Н		або	Н1
		або	Н3
			Н4 Н5

Лист 9

2.Для чого на вихідному світлофорі встановлений вогонь місячно-білого показання?

3.Яка сигналізація на вхідному світлофорі передбачається при прийомі на головну колію з відхиленням по вхідних стрілках?

4.Коли на вихідному світлофорі в станції передбачається сигналізація два жовтих та два жовтих верхній миготливий?

5.Коли на вхідному світлофорі станції передбачається сигналізація два жовтих та два жовтих верхній миготливий?

## **Лабораторна робота №5**

**Тема.** Технічні характеристики електричної централізації станції яка знаходиться на двоколінійній ділянці залізниці.

### ***1. Мета роботи***

1. Набуття навичок проектування на прикладі заданої станції.

### ***2. Загальні положення***

Лабораторна робота виконується на ПК в пакеті автоматизованого проектування AutoCAD. Студенти повинні оволодіти основами AutoCAD, у обов'язку, необхідному для виконання на ПК креслень та розрахункових робіт.

Кожний студент виконує проектування електричної централізації станції наданого для розробки схематичного плану .

Завданням лабораторної роботи є обґрунтування прийнятих рішень при проектуванні електричної централізації станції. З урахуванням ділянки залізничної колії, одної або двоколінійної, виду тяги на перегонах – автономної, автономної з урахуванням подальшої електрифікації змінним або постійним струмом, електрифікації змінного струму, електрифікації постійного струму. В проєкті необхідно вказати тип рейкових кіл, вхідні, вихідні та маневрові світлофори. А також необхідність прискореного переводу стрілок для визначення типу двигунів стрілочних переводів.

Проєктом треба передбачити систему автоматичного блокування та необхідність виходу на перегін та прийом з перегону при виконанні планових та непланових ремонтних робіт на перегоні.

### ***3. Методика виконання роботи***

Лабораторна робота виконується за схематичним планом розробленим студентом в 1 та 2 роботах. При підготовці до виконання роботи скласти таблиці основних показників проектування електричної централізації станції.

### ***4. Складання звіту***

Студент повинен за допомогою програми AutoCAD на креслення схематичного плану станції нанести таблицю основних показників електричної централізації заданої йому станції та аргументувати прийняті в проєкті рішення.

## Основні показники

Назва	Прийняті рішення
Кількість стрілок	17
Автозворотні	-
Кількість світлофорів	Поїзних -10. Маневрових-11 Огороджувальних-немає. Всього - 21
Колії кодування	В парному напрямі 2. В непарному напрямі 1 В обох напрямках 3,4,5.
Колії безупинного пропуску	В парному напрямі 2, 4 В непарному напрямі 1, 3
Світлофори з запрошувальним вогнем	Ч, Н, Ч2,Н1
Система централізації	БМРЦ
Тип рейкових кіл	З реле ДСШ
Двониткові лампи	Ч,Н,Ч2- з, 1ж,2ж,ч. Н1,Н3,Ч4- з, ж, ч.
Схема управління стрілками	Двопровідна постійного струму СП-6М ,МСП-0,15-160В

### 5.Контрольні запитання

- 1.Яка кількість стрілок обладнана пристроями електричної централізації в заданій роботі?
- 2.Аргументувати встановлення щоглових та карликових вхідних та вихідних світлофорів.
- 3.На яких світлофорних вогнях встановлюються двониткові лампочки?
- 4.Якими пристроями обладнуються примикаючі перегони?
- 5.Який тип стрілочних приводів та струм їх живлення, тип двигунів до них передбачено проектом?

## ЧАСТИНА II

### 5. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Під час вивчення дисципліни “Системи автоматизованого проектування приладів і систем” студент має ознайомитися з програмою навчальної дисципліни, з її структурою, формами та методами навчання, видами та методами контролю знань.

Тематичний план дисципліни “Системи автоматизованого проектування приладів і систем” складається з п’ятнадцяти тем. Навчальний процес здійснюється в наступних формах: лекційні, лабораторні роботи і самостійна робота студента. Тематичний план дисципліни наведений в табл.1.

Таблиця 5.1

#### Тематичний план дисципліни “Системи автоматизованого проектування приладів і систем”

№ п/п	Теми занять	Аудиторні заняття					Література основна
		Лекції	Семинар, занят.	Практ. занят.	Лабор. занят.	Самост. робота, РГР.	
	Семестр 3, 4	51	-	-	34	111	
<b>Тема 1. Вступ. Структура, принципи творення та класифікація САПР</b>							
1/1	<i>Лекція 1:</i> Вступ. Структура, принципи творення та класифікація САПР. Визначення САПР. Функції і принципи створення САПР. Структура САПР				5	12	
1/2	<i>Лекція 2:</i> Класифікація САПР. Місце САПР в інтегрованих системах проектування, виробництва та експлуатації; їх зв'язок з іншими автоматизованими системами						
<b>Тема 2. Формалізація процесу проектування</b>							
2/1	<i>Лекція 3:</i> Формалізація процесу проектування. Основні поняття та підходи до процесу проектування. Аспекти та стадії проектування. Способи організації процесу проектування	6			6	12	
2/2	<i>Лекція 4:</i> Компоненти процесу проектування, їх взаємозв'язок, та підходи до реалізації. Схема проектування апаратно-програмного комплексу інформаційно-обчислювальної системи						
<b>Тема 3. Місце САПР в інтегрованих системах проектування</b>							
3/1	<i>Лекція 5:</i> Місце САПР в інтегрованих системах проектування, виробництва та експлуатації, їх зв'язок з іншими автоматизованими системами. Елементи системного аналізу	5			6	12	



3/2	Лекція 6: Організація обчислювальних систем. Склад програмно-технічних комплексів САПР. Класифікація та архітектура сучасних супер ЕОМ. Організація паралельних обчислень в САПР						
<b>Тема 4. Обчислювальні мережі (ОМ) в САПР</b>							
4/1	Лекція 7: Обчислювальні мережі (ОМ) в САПР. Класифікація ОМ. Стандартизація протоколів. Методи доступу і структури локальних мереж. Сітьове програмне забезпечення	6			6	12	
4/2	Лекція 8: Поняття відкритих систем. Приклади відкритих систем. Операційне середовище САПР, його функції та структура. Уніфікація між програмних інтерфейсів						
<b>Тема 5. Програмне забезпечення (ПО) САПР. Підсистеми розробки ПО САПР</b>							
5/1	Лекція 9: Програмне забезпечення (ПО) САПР. Підсистеми розробки ПО САПР. Поняття ПО. Вимоги до ПО САПР. Організація ПО САПР. Склад ПО САПР і функції окремих програм. Процедури трансляції і інтерпретації	6			6	15	
<b>Тема 6. Основи роботи у системі AutoCAD</b>							
6/1	Лекція 10 Панелі інструментів. Поняття об'єктної прив'язки координат. Геометричний примітив. Точка. Багатокутник. Ескіз						
6/2	Лекція 11: Побудова ліній. Відрізок. Пряма та промінь. Полілінія. Мультилінія. Побудова криволінійних об'єктів. Сплайн. Окружність. Дуга. Еліпс. Кільце						
6/3	Лекція 12: Текст. Текстові стилі. Одно стрічковий та багатострічковий текст. Блок. Створення блоку. Вставка блоку. Особливості створення штриховки. Постановка розмірів. Виноски та пояснювальні надписи						
<b>Тема 7. Моделювання і алгоритмізація авторизованих систем</b>							
7/1	Лекція 13: Моделювання і алгоритмізація авторизованих систем. Методи та алгоритми аналізу автоматизованих систем	6			6	12	
7/2	Лекція 14: Аналітичні та імітаційні моделі систем масового обслуговування. Їх переваги і недоліки. Мови імітаційного моделювання. Розробка імітаційних моделей складних систем						

Тема 8. Діалогові процедури та особливості їх використання в САПР							
8/1	<i>Лекція 15:</i> Діалогові процедури та особливості їх використання в САПР. Визначення діалогу. Типи та формати діалогу. Структура діалогу. Діалогові процедури проектування. Інформаційно-програмне забезпечення діалогу	6			6	12	
Тема 9. Системно-технічна діяльність при створенні ефективного САПР							
9/1	<i>Лекція 16:</i> Системно-технічна діяльність при створенні ефективного САПР. Місце і значення системотехнічної діяльності. Приклади системотехнічних задач, що вирішуються при проектуванні САПР. Методи вирішення системотехнічних задач	6			6	12	
Тема 10. Математичні методи аналізу продуктивності та надійності САПР							
10/1	<i>Лекція 17:</i> Математичні методи аналізу продуктивності та надійності САПР. Методи аналізу продуктивності	6			6	12	
10/2	Моделювання продуктивності САПР як багаторесурсної системи. Моделювання надійності САПР. Технологія і стандарти інформаційної підтримки життєвого циклу виробів						
Тема 11. Структурне моделювання							
11/1	<i>Лекція 18:</i> Постановка задачі. Основні способи структурного моделювання. Аналітичне моделювання						
11/2	<i>Лекція 19:</i> Імітаційне моделювання. Моделі блоків та сигналів. Загальні відомості про моделі						
11/3	<i>Лекція 20:</i> Основні характеристики випадкових величин, що моделюються на ЕОМ						
11/4	<i>Лекція 21:</i> Моделювання рівномірного цілу. Моделювання нормального цілу. Моделювання дискретного цілення. Моделювання довільного цілення						
Тема 12. Функціональне моделювання							
12/1	<i>Лекція 22:</i> Постановка задачі. Базові елементи функціональних схем. Генератор сигналів						
12/2	<i>Лекція №23:</i> Безінерційний лінійний або нелінійний елемент. Інерційний лінійний елемент						
12/3	<i>Лекція 24:</i> Алгоритми моделювання базових без інерційних елементів. Генератор сигналів. Безінерційні статичні елементи						
12/4	<i>Лекція 25:</i> Безінерційні динамічні елементи. Алгоритми моделювання базових інерційних лінійних елементів						

12/5	<i>Лекція 26:</i> Моделювання елементів, заданих перехідною характеристикою $h(t)$ в часовій області. Моделювання елементів, заданих звичайним диференціальним рівнянням (ЗДР)						
12/6	<i>Лекція 27:</i> Моделювання лінійних інерційних елементів, заданих комплексним коефіцієнтом передачі $K(j\omega)$ , в часовій області						
12/7	<i>Лекція 28:</i> Моделювання елементів, заданих комплексним коефіцієнтом передачі $K(j\omega)$ або операторним коефіцієнтом передачі $K(p)$ , в часовій області. Моделювання вузькополосних лінійних інерційних елементів						
12/8	<i>Лекція 29:</i> Особливості моделювання нелінійних інерційних елементів. Моделювання нелінійних перетворень в перемикаючих пристроях						
12/9	<i>Лекція 30:</i> Побудова функціональних схем. Алгоритми моделювання типових структур функціональних схем (ФС).						
12/10	<i>Лекція 31:</i> Загальні підходи до моделювання ФС. Розрахунок статичних часових діаграм. Алгоритми розрахунку перехідних процесів						
<b>Тема 13. Логічне моделювання</b>							
13/1	<i>Лекція 32:</i> Постановка задачі. Автоматизований синтез логічних схем. Моделі сигналів. Моделі елементів						
13/2	<i>Лекція 33:</i> Методи логічного моделювання. Асинхронне моделювання. Асинхронне подвійне моделювання. Синтез текстів з застосуванням систем моделювання						
13/3	<i>Лекція 34:</i> Реалізація програм логічного моделювання. Компілюючі та інтерпретуючі системи						

## 6. ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

### Тема 1. Вступ. Структура, принципи творення та класифікація САПР

Проектування технічних систем – це комплекс робіт по дослідженню, розрахункам і конструюванню, що мають за мету отримання у прийнятній формі всіх необхідних вихідних даних для створення нових виробів, або реалізації нових процесів, що задовольняють заданим вимогам.

Будь-яке проектування – це складний і трудомісткий процес, тому виконання проектних робіт повинно бути розподілено як в часі, так і між підрозділами проектної установи та окремими представниками колективу розробника.

В процесі проектування складної системи можна виділити складові частини – рівні проектування. В один рівень включаються задачі, що мають загальну фізичну основу і допускають для свого опису використання одного і того самого математичного апарату. Рівні проектування можна виділити такі:

*За ступенем детальності*, з якою відображаються властивості проектувального об'єкта. Їх називають горизонтальними (або ієрархічними) рівнями проектування.

*По характеру властивостей об'єкта*, що враховується. Їх називають вертикальними рівнями проектування (функціональне, конструкторське та технологічне проектування). При проектуванні обчислювальних систем добувається алгоритмічне (програмне) проектування.

Функціональне проектування пов'язано із розробкою структурних, функціональних та принципових схем. Алгоритмічне проектування пов'язано з розробкою алгоритмів функціонування обчислювальних систем із забезпеченням їх загального математичного апарату. Конструкторське проектування включає в себе питання конструкторської реалізації результатів функціонального проектування. Технологічне проектування охоплює питання реалізації результатів конструкторського проектування.

Етапи проектування:

- науково-дослідних робіт;
- ескізного проектування;
- технічного (робочого) проектування.

САПР – це сукупність засобів та методів для здійснення автоматизованого проектування. САПР складається з деяких складових частин, які називаються технічним, математичним, лінгвістичним, програмним, інформаційним, методичним та організаційним забезпеченням.

Технічне забезпечення включає в себе технічні засоби, за допомогою яких вирішуються задачі проектування. Математичне забезпечення являє собою математичні моделі, методи, алгоритми для вирішення проектних задач. Програмне забезпечення – це сукупність програм для реалізації автоматизованого проектування. Воно може бути спеціальним та загальним. Лінгвістичне забезпечення – це сукупність мовних засобів, які

використовуються в САПР (алгоритмічні мови, вхідні мови). Інформаційне забезпечення – сукупність відомостей, необхідних для виконання проектування. Основну частину інформаційного забезпечення являє собою база даних (БД). БД – це інформаційні масиви, які використовуються більш, ніж в одній програмі проектування. Методичне та організаційне забезпечення являє собою сукупність документів, які встановлюють склад та правила функціонування засобів САПР, а також підрозділів проектної установи.

Спеціалізація деякої частини САПР на обслуговування проектних задач одного етапу проектування призводить до виділення цієї частини, як підсистеми САПР. Така спеціалізація стосується програмного, математичного і лінгвістичного забезпечення, а іноді і технічного забезпечення. Для кожної підсистеми розробляється своя вхідна мова та пакет прикладних програм. Часто в підсистемах містяться автономні БД.

### **Принципи побудови САПР**

*САПР – це людино-машинна система.* Колектив розробників є тут складовою частиною системи проектування і виконує проектні роботи у взаємодії із обчислювальними засобами. Тут виконуються процедури частково або повністю неформалізовані, тобто при визначальній участі людини.

*Комплексна автоматизація всіх рівнів проектування.* Тобто введення автоматизації на певних рівнях проектування, при збереженні ручних форм проектування на інших рівнях менш ефективно, ніж комплексна автоматизація всіх рівнів. Вона дозволяє внести такі зміни в структуру проектування, які відповідають меті автоматизації: скорочення матеріальних та часових затрат, підвищення якості проектування, скорочення чисельності інформаційно-технічних робітників.

*Інформаційна погодженість підсистем та програм проектування.* Програми, що входять в пакет прикладних програм деякої підсистеми САПР повинні бути інформаційно погодженими, тобто такими, що допускають можливість спільного виконання при реалізації заданої проектної процедури без втручання людини.

*Відкритість САПР.* Властивість відкритості означає можливість внесення змін в систему під час її експлуатації. Зміни можуть полягати у добавленні нових чи зміні старих елементів в програмному, інформаційному, а можливо і в технічному забезпеченні. Відкрита САПР – система, що розвивається, оскільки більш досконалі методи програми, технічні засоби по мірі їх появи можуть бути реалізовані в ній, вона також легко адаптується до умов проектування, що змінюються. Отже, ця властивість призводить до збільшення строку служби системи, підвищує її універсальність.

*Сумісність традиційного та автоматизованого проектування.* Цей принцип має значення у випадках, коли автоматизація впроваджується на уже діючому підприємстві із усталеною структурою, взаємовідносинами підрозділів, формами та способами використання проектної документації. В саме таких умовах доцільним є еволюційний шлях застосування САПР, при якому зміни, які вносяться автоматизованим проектуванням не будуть порушувати нормальне функціонування підприємства.

## Тема 2. Формалізація процесу проектування

В основі життєдіяльності по створенню та використанню продукції проектування лежить поняття життєвого циклу, яке є моделлю створення та використання ПО, що відображає його різноманітні стани чи етапи з моменту виникнення необхідності у даній автоматизованій продукції і до певного виходу для користування. Існує декілька моделей життєвого циклу САПР. Традиційно в них виділяють основні етапи життєвого циклу:

- ✓ Стратегічне планування, аналіз вимог.
- ✓ Проектування (попереднє та детальне).
- ✓ Кодування (програмування).
- ✓ Тестування та налагодження.
- ✓ Експлуатація та супровід.

Під моделлю розуміють структуру, що визначає послідовність виконання і взаємозв'язків процесів, дій та задач на протязі життєвого циклу. Із існуючих на сьогодні моделей найбільш поширеними є дві: каскадна та спіральна.

**Каскадна (водоспадна) модель.** Основною характеристикою є розбиття всієї розробки на етапи. При тому перехід з одного етапу на наступний відбувається лише після того, коли буде завершена робота на поточному етапі. Кожний етап завершується випуском повного комплексу документації достатнього для того, щоб розробка могла бути продовженою іншою командою розробників. Застосування такої моделі є ефективним для систем у яких на самому початку розробки можна було б точно і повно сформулювати всі вимоги. Але в процесі використання цієї моделі було визначено низку недоліків. Перш за все пов'язаних з тим, що реальний проект ніколи повністю не вкладався в таку жорстку схему. Тому що в процесі проектування постійно виникала необхідність у поверненні до попередніх етапів та уточненні або перегляді раніше прийнятих рішень. Основним недоліком моделі є те, що вимоги до створюваної системи є «заморожені» у вигляді технічного завдання на весь час її створення.

**Спіральна модель.** В реальності на стадії формулювання задачі замовник не може визначити всі вимоги до системи, що проектується. Тому була запропонована спіральна модель, яка спирається на етапи аналізу і проектування. Розробка системи по даній методології відбувається ітераціями, а після проходження кожного витка спіралі користувач отримує наступну версію системи. Після отримання замовником кожної версії уточнюється мета, задачі та характеристика проекту. Визначається його якість, планування роботи для наступного витка спіралі.

Спіральна модель побудована на такому шаблоні. Перш за все у ході спілкування із замовником визначається набір найбільш важливих і критичних характеристик та можливостей майбутньої системи. Далі визначаються терміни для реалізації цієї базової функціональності. Формується план, починаються роботи і відслідковування їх виконання. Замовник досить слабо уявляє архітектуру майбутньої системи, тому її слід проектувати на відкритих технологіях із максимально гнучкими можливостями розширення та нарощування функціональності. Уточнення конкретних вимог виконується ітераційно. При

цьому на кожному витку проектної спіралі створюється більш точна версія, що відповідає вимогам замовника.

Шість кроків спіральної моделі:

- В процесі спілкування із замовником формується загальне бачення проекту, а також описуються функціональні можливості, які необхідно реалізувати в певні строки і з потрібною якістю.
- Розставляються пріоритети, що задають порядок реалізації основних функціональних можливостей.
- Узгоджують часові рамки проекту. Часто для цього застосовують методики вартісного проектування.
- На даному етапі визначаються архітектура та ядро майбутньої системи. Це найбільш відповідальний етап, оскільки тут необхідно врахувати поки що не деталізовані повністю вимоги до проекту. Ядро повинно являти собою закінчений робочий варіант системи із невеликим набором необхідних можливостей. Цей етап реалізується в два і більшу кількість ітераційних циклів.
- Готується план робіт, він орієнтований на терміни визначені в третьому етапі та має на меті найшвидшу реалізацію ядра системи.
- Розробка системи відповідностей до плану. Для цього етапу характерні три типічних класи проблем: зміння вимог до проекту, зміння параметрів самого проекту, часові затримки пов'язані з поточними питаннями. При вирішенні цих проблем доводиться позбавлятися від питань з меншим пріоритетом і можливо змінювати напрям розробки. Всі зміни вносяться з врахуванням основного критерію, а саме терміну реалізації проекту.

Даний підхід є оптимальним на сьогодні, але і він не гарантує виконання термінів, що може бути зірваний у разі різкого скорочення бюджету або серйозних змін до вимог системи.

### **Тема 3. Місце САПР в інтегрованих системах проектування**

САПР – система, яка об'єднує технічні засоби, математичне і програмне забезпечення, параметри і характеристики яких вибирають з максимальним урахуванням особливостей задач інженерного проектування і конструювання. САПР забезпечує зручність використання програм за рахунок застосування засобів оперативного зв'язку інженера з ЕОМ, спеціальних проблемно-орієнтованих мов і наявності інформаційно-довідкової бази.

Програмне та апаратне забезпечення у комп'ютері працюють у нерозривному зв'язку та взаємодії. Склад програмного забезпечення обчислювальної системи називається програмною конфігурацією.

До технічного забезпечення САПР висуваються вимогами:

- Зручність використання інженерами-проектувальниками, можливість оперативної взаємодії інженера та ЕОМ.
- Достатня продуктивність та об'єм оперативної пам'яті ЕОМ для

рішення задач всіх етапів проектування за прийнятний час.

- Можливість одночасної роботи з ТЗ необхідної кількості користувачів для ефективної діяльності всього колективу розробників.
- Відкритість комплексу ТЗ для розширення і модернізації системи по мірі прогресу технології.
- Висока надійність, прийнятна вартість.

Залежно від характеру розв'язаних задач зручними формами представлення інформації можуть бути таблиці, креслення, графіки, тексти. Отже, перша із вказаних вимог до ТЗ обумовлює включення в комплекс ТЗ як стандартного комплексу зовнішніх пристроїв ЕОМ, так і додаткових пристроїв оперативного введення-виведення інформації, в тому числі і в графічній формі. Цей комплект зовнішніх пристроїв, що встановлений в проектному підрозділі називається автоматизованим робочим місцем проектувальника. Наявність в одній САПР багатьох АРМ, можливості одночасної роботи на апаратурі АРМ декількох користувачів і розміщення АРМ на території проектних підрозділів досить віддалено один від одного створює необхідність ієрархічної побудови комплексу ТЗ із виділенням в ньому як мінімум двох рівнів ЕОМ. На вищому рівні знаходяться одна або декілька ЕОМ більшої продуктивності. Ці ЕОМ створюють центральний обчислювальний комплекс (ЦОК), що призначений для вирішення складних задач в проектуванні. Наявність високопродуктивних ЕОМ у складі ЦОК забезпечує виконання другої вимоги. На нижчому рівні знаходяться міні ЕОМ, що управляють роботою комплексу зовнішніх пристроїв, обміном інформацією між АРМ та ЦОК, вирішують досить нескладні задачі щодо часу та пам'яті апаратних засобів.

ЕОМ у складі САПР та їх операційні системи повинні допускати одночасне рішення декількох задач, тобто повинні працювати в режимі мультипрограмування. По характеру обміну інформацією між ЕОМ та користувачем розрізняють: пакетний та діалоговий режими роботи.

В пакетному режимі вирішуються задачі, для яких можлива і доцільна повна формалізація, а також задачі, які потребують великих затрат по часу.

В діалоговому режимі (інтерактивному) вирішуються задачі, для яких, по-перше, відсутні або неефективні формальні правила прийняття рішень. По-друге, виконуються правила пріоритету діалогового режиму:

- Час реакції системи на запит користувача не перевищує певного значення.
- Об'єм інформації, що вводиться користувачем у ЕОМ відносно малий. І тому час спілкування людини з ЕОМ не тривале.
- Наявність діалогового режиму – це характерна риса ТЗ САПР, що виникла завдяки великій кількості проектних процедур. Мультипрограмний діалоговий режим роботи обчислювальної системи називається режимом розділення часу. Цей режим необхідний в САПР для організації одночасної роботи декількох АРМ у взаємодії з ЦОК.



#### Тема 4. Обчислювальні мережі (ОМ) в САПР

Є два методи розділення лінії передачі даних: часове мультиплексування та частотне розділення.

В САПР невеликих проектних організаціях, що нараховують не більше одиниць-десятків комп'ютерів, які розміщені на малих відстанях один від одного, об'єднуюча комп'ютери мережа називається локальною. Локальна обчислювальна мережа (ЛОМ) має лінію зв'язку, до якої підключаються всі вузли мережі. При цьому топологія вузлів може бути шинна, кільцева, зіркова. Протяжність лінії і кількість підключених вузлів в ЛОМ обмежено.

В більших за масштабами проектних організаціях в мережу включені десятки-сотні і більше комп'ютерів, що відносяться до різних проектних та управлінських підрозділів і розміщені в приміщеннях одного чи декількох будинків. Таку мережу називають корпоративною. В її структурі можна виділити ряд ЛОМ, що називаються підмережами, та засоби зв'язку ЛОМ між собою. В ці засоби входять комутаційні сервери. Якщо комутаційні сервери об'єднані відділеними від ЛОМ підрозділів каналами передачі даних, то вони утворюють нову підмережу, яка називається опорною, а вся мережа є ієрархічної структури.

Якщо будинки проектної організації віддалені один від одного на значні відстані, то корпоративна мережа по своїх масштабах стає територіальною мережею. В цій мережі розрізняють магістральні канали передачі даних, що мають значну протяжність, і канали передачі даних, що зв'язують ЛОМ з магістральною мережею і названі абонентською лінією чи з'єднанням «останньої милі».

Мережі «клієнт-сервер» розрізняють по характеру розподілення функцій між серверами, тобто їх класифікують по типах серверів. Розрізняють файл-сервери для збереження файлів, розділених багатьма користувачами, сервери бази даних АС, комутаційні сервери для взаємозв'язку мереж і підмереж, спеціалізовані сервери для виконання певних телекомунікаційних послуг.

В мережах «клієнт-сервер» виділяється один чи декілька вузлів, що називаються серверами, які виконують в мережі керівні чи загальні для багатьох користувачів проектні функції, а решта вузлів являються термінальними – їх називають клієнтами, в них працюють користувачі. В загальному випадку сервером називається сукупність програмних засобів, що орієнтовані на виконання певних функцій. Але якщо ці засоби сконцентровані на конкретному вузлі обчислювальної мережі, то тоді поняття «сервер» відноситься саме до вузла мережі. У разі спеціалізації серверів за певними застосуваннями мережу називають мережею розподілених обчислень. Оскільки в САПР є додатки і бази даних, що розділені користувачами різних підрозділів і клієнтами різних ЛОМ, то відповідні сервери відносять до групи корпоративних, підключених до опорної мережі.

Разом з архітектурою «клієнт-сервер» застосовують однорангові мережі, в яких будь-який вузол і залежно від задачі може виконувати функції як клієнта, так і сервера. Організація взаємодії в таких мережах при кількості вузлів більше

декількох десятків стає важкою, тому однорангові мережі знайшли застосування в невеликих по масштабах САПР.

## **Тема 5. Програмне забезпечення (ПЗ) САПР. Підсистеми розробки ПЗ САПР**

**САПР** - це сукупність засобів та методів для здійснення автоматизованого проектування. Вона складається із деяких складових частин, які називаються технічним, математичним, лінгвістичним, програмним, інформаційним, методичним та організаційним забезпеченням.

**Технічне забезпечення** включає в себе технічні засоби за допомогою яких вирішуються задачі проектування.

**Математичне забезпечення** являє собою математичні моделі, методи, алгоритми для рішення проектних задач.

**Програмне забезпечення (ПЗ)** – це сукупність програм для реалізації автоматизованого проектування. Може бути спеціальним та загальним.

*Спеціальне ПЗ* включає в себе спеціально розроблені програму для вирішення конкретних задач.

*Загальне ПЗ* – це програмне управління проектуванням операційних системи загального призначення.

**Лінгвістичне забезпечення** – це сукупність мовних засобів, які використовуються в САПР (алгоритмічні мови, вхідні мови, які використовуються для описів об'єктів проектування).

**Інформаційне забезпечення (ІЗ)** – це сукупність відомостей, необхідних для виконання проектування.

Основну частину ІЗ являє база даних – це інформаційні масиви, які використовуються більш ніж в одній програмі проектування, коли до бази даних відносять дані довідкового характеру, а також масиви результатів виконання операцій, певних етапів проектування, які використовуються у подальших етапах на які вхідні дані, називаються **архівом**.

База даних в процесі проектування повинна поновлюватись і в якій можливо проводити корегування, видалити застарілу інформацію, а також повинна мати захист від введення неправильних корегувань.

Всі перелічені функції по роботі з базою даних забезпечуються **системою управління базою даних (СУБД)**. Базу даних разом із СУБД називають **банком даних**.

**Методичне та організаційне забезпечення** являє собою сукупність документів, які встановлюють склад та правила функціонування САПР.

Спеціалізація деякої частини САПР на обслуговування проектних задач одного етапу проектування призводить до виділення цієї частини, як **підсистема САПР**.

Така спеціалізація стосується програмного, математичного і лінгвістичного іноді технічного забезпечення.

Для кожної підсистеми розробляється своя вхідна мова та пакет прикладних програм. Часто в підсистемі містяться автономні бази даних.

## Тема 6. Основи роботи у системі AutoCAD

### Запуск програми

1. Меню->Пуск->AutoCad—>AutoCad12000;
2. Через піктограму на робочому столі;
3. Проводник.

Програма завантажує асоційовані файли що мають розширення .dws -файл шаблону із стандартними визначеннями об'єктів креслення.

Dwg. - стандартний формат файлу для збереження векторної графіки.

Dxf. - файл малюнка в текстовому або війковому форматі що використовується для обміну з іншими додатками.

Після запуску програми відкривається один із варіантів графічного інтерфейсу: в звичайному варіанті завантажується графічне вікно програми з шаблоном Acadiso.dwt (метричні одиниці вимірювання), який задає точність одиниць вимірювання з чотирма знаками після коми, ліміти креслення - тобто прямокутну границю зони креслення і крок сітки і дискретний рух курсору 10x10.

Під шаблоном Auto Cad мають на увазі малюнок, що містить необхідні надбудови і використовується для створення інших малюнків.

При відкритті Auto Cad з асоційованим файлом в якому вже присутні надбудови при початковому створенні.

При наступних запусках програми можна налагодити виведення діалогового вікна (початок роботи) Startup, яке накладається на графічне вікно програми, дозволяючи входити в програму з різними варіантами надбудови креслення.

### Графічне вікно програми

*Рядок заголовка.* Містить назву програми та ім'я файлу, який відкрили. Рекомендується відразу змінити на своє ім'я і створити власну папку. В правій частині є три кнопки. Рядок меню, Стандартна панель інструментів і панель з списками, що розкривається, текстових і розмірних стилів. Рядок містить панель управління шарами і панель властивостей об'єктів, всі панелі плаваючі.

Самий нижній рядок графічного вікна називається рядок стану. В лівій частині цього рядка координати X, Y, Z. Положення курсору в зоні малювання вікна і в середній частині рядка знаходяться кнопки, які управляють викликом прозорих команд. Прозорі команди мають такі властивості: не потребують вибору об'єктів, не створюють нових об'єктів, не призводять до завершення сеансу та завершення малювання. Прозорі команди запускаються за допомогою кнопок, які знаходяться на панелі інструментів або вводяться в командний рядок з префіксом у вигляді символу апострофа. Після завершення прозорої команди відновлюється робота поточної команди.

Grid- сітка Snap - Крок

Zoom - Покази

Вище над рядком стану знаходиться вікно команд, яке складається з трьох рядків, що починається зі слова Command

Перший знизу рядок активний. в нього вводяться команди і дані, які управляють роботою програми. Люба комбінація символів що набираються на клавіатурі, автоматично потрапляє в рядок програм. Повний запис з протокола роботи з програмами можна переглядати в текстовому вікні, яке викликається (видаляється) на екран за допомогою клавіші F2. В кожній частині вікна знаходиться закладка Model і одна або декілька layout. Закладка Model забезпечує доступ у простір моделювання, простір листа використовується для виконання рамок.

Ліворуч і праворуч від зони креслення встановлені плаваючі панелі інструментів призначені для виклику команд креслення і редагування створюваних об'єктів. Вікно має смуги прокрутки. На первій межі зони креслення Tool Palletes - сервісні палітри, які за замовчуванням має три вкладки: піктограми малюнків, блоків, зразків штриховки. Довідкова система аналогічна довідковим системам інших програм. Завершення роботи програми Файл—>Закреть

File - Close

Alt+F4.

### **Введення координат прив'язкою до об'єктів**

Робота програми в режимі об'єктної прив'язки дозволяє використовувати геометричні властивості об'єктів такі як кінцеві і середні точки центри дуг і кіл для введення координат точок об'єктів що створюються. Цей режим активізується тільки під час запиту програми при введенні нової точки. Побудова основного напису креслення відрізків її редагування. Команда Zoom - показати.

Основний напис креслення розташовується в його нижній частині тому зручніше вивести його на екран в збільшеному вигляді. Операції по збільшенню або зменшенню видимого розміру об'єктів на екрані можна виконувати за допомогою Zoom. Команда автоматично входить в режим Window.

Перша дія - відкрити меню View, з'явиться додаткове меню з опціями команди. Друга дія - вибираємо Window, рамка програми повертається до графічного зображення на екрані.

Третя дія - вказуємо перший кут області виду, трохи вище за висоту основного напису, вказуємо протилежний кут рамки так, щоб в нього вмістилося зображення основного напису.

Проведення відрізка на заданій відстані від точки. Верхній і горизонтальний відрізок основного напису проходить на відстані 55мм паралельно нижній границі внутрішньої рамки, для його побудови використовуємо режим Frot - зміщення, який дозволяє при виконанні команди прив'язатися до точки зміщеної від вказаної базової точки на задану відстань. Режим не обмежує напрямком пересування курсору.

Викликаємо команду побудови відрізка через меню Draw (малювання). Вибираємо Line (відрізок), з'явиться запит в командному рядку на введення першої точки відрізка для визначення координат цієї точки, використовуємо режим From.

Викликаємо контекстове меню об'єктної прив'язки і вибираємо з нього прив'язку до точки зміненої від вказаної базової на задану відстань From. В командному рядку з'явиться запит на введення базової точки.

Виконуємо контекстове меню об'єктної прив'язки і вибираємо прив'язку до точки перетину двох об'єктів називається Intersection (перетин). Команда ОЯТНО обмежує пересування курсора вздовж горизонтальних і вертикальних ліній. Курсор переміщується тільки по осі  $x$ , або  $y$ , тому решту відрізка можна проводити за допомогою команди Perpendicular (нормаль). Команда знаходиться в рядку стану. Викликаємо контекстове меню об'єктної прив'язки і вибираємо з нього прив'язку до точки розташованої на перпендикулярі до об'єкта. Підводимо курсор до правого вертикального відрізка, внутрішньої рамки після появи піктограми у вигляді двох перпендикулярних відрізків, натискаючи ліву кнопку миші, відбудеться прив'язка до другої точки горизонтального відрізка основного напису.

### **Побудова вертикальних відрізків**

Вертикальні відрізки основного напису розташовані на різній відстані один від одного використовуємо команду Offset (подібні). Спочатку будуємо першу лінію за вже знайомою методикою. Побудувати командою Line першу точку задають на відстані( ) відповідній.

Скориставшись режимами прив'язки форм друку точку прив'язкою Perpendicular. Команда відрізка і натискаємо ввод для закінчення побудови.

Використання команди Offset.

Вибір кнопки Offset на панелі Modifi (редагування) . З'явиться запит в командному рядку на введення зміщення подібного об'єкта. Вводимо в командному рядку число і натискаємо ввод, після того з'явиться запит на вибір вихідного об'єкта. Вибираємо побудований перший вертикальний відрізок, клацаємо мишою справа від вибраного об'єкта, щоб вказати напрямок

зміщення з'явиться другий відрізок в командному рядку, буде виведений запит на вибір наступного об'єкта. Для побудови декількох відрізків зручно скористатися повторним викликом команди через праву клавішу миші. Для видалення об'єктів використовуємо команду Erase (видалити) і команду обрізання об'єктів між різними краями Trim.

Викликаємо команду обрізання об'єкта по краях заданими іншими об'єктами команда Trim (обрезах) в меню Modifi (редактировать) в командному рядку з'явиться запит на вибір ріжучих країв. Вибираємо відрізки, які визначають ці ріжучі краї і натискаємо вводу.


Вибираємо частини відрізків які обрізаються, запит на вибір об'єктів повторюється до натискання клавіші вводу.

### **Побудова ліній**

Лінія в AUTOCAD є базовим примітивом. Лінії бувають різного роду -

одиначні відрізки, ламані (із сполученнями дугами або без них), пучки паралельних ліній (мультилінії), а також ескізи. Лінії малюють, задаючи координати точок, властивості (тип, колір та ін.), значення кутів.

### **Відрізок**

 Команда LINE формує відрізок і викликається з падаючого меню Draw > Line або клацанням миші по піктограмі Line на панелі інструментів Draw.


Відрізки можуть бути одиначними або об'єднаними в ламану лінію. Не дивлячись на те, що сегменти стикаються в кінцевих крапках, кожен з них є окремим об'єктом. Відрізки використовуються, якщо потрібна робота з кожним сегментом окремо; якщо ж необхідно, щоб набір лінійних сегментів являв собою єдиний об'єкт, краще застосовувати полілінії.

Послідовність відрізків може бути замкнутою - в цьому разі кінець останнього сегменту збігається з початком першого.


### **Пряма і промінь**

У AUTOCAD 2005 допускається побудова ліній, що не мають кінця в одному або в обох напрямках. Такі лінії називаються відповідно променями і прямими. Їх можна використовувати як допоміжних при побудові інших об'єктів.

Наявність безкінечних ліній не змінює границь малюнка. Отже, безкінечні лінії не впливають на процес зумування і на видові екрани. Прямі і промені дозволяється переміщати, повертати і копіювати так само, як і будь-які інші об'єкти. Безконечні лінії зазвичай будуються на окремому шарі, який перед виводом на плоттер можна «заморозити» або відключити.

 Команда XLINE, що формує пряму, викликається з падаючого меню Draw > Construction Line або клацанням миші по піктограмі Construction Line на панелі інструментів Draw. Прямі можуть розташовуватися в будь-якому місці тривимірного простору. Існують різні способи установки орієнтації прямої. За умовчанням пряма будується шляхом вказівки двох точок, що задають її орієнтацію. Перша точка називається кореневою - це умовна середина прямої.

### **Полілінія**

 Команда PLINE, що формує полілінію, викликається з падаючого меню Draw > Polyline або клацанням миші по піктограмі Polyline на панелі інструментів Draw.

Полілінія є пов'язаною з послідовністю лінійних і дугових сегментів і обробляється системою як графічний примітив. Полілінії використовують, якщо потрібна робота з набором сегментів як цілим, хоча допускається їх редагування окремо. Можна задавати ширину або напівширину окремих сегментів, звужувати полілінію або замикає її. При побудові дугових сегментів першою точкою дуги є кінцева точка попереднього сегменту. Дуги описуються шляхом вказівки кута, центру, напряму або радіусу. Крім того, дугу можна побудувати, вказавши другу і кінцеву точки.

### **Мультилінія**

Команда MLINE, що формує мультилінію, викликається з падаючого меню Draw > Multiline або клацанням миші по піктограмі Multiline на панелі

інструментів.

Мультилінія складається з пучка паралельних ліній, так званих її елементів (рис. 5.15). Щоб розставити елементи, необхідно вказати зсув кожного з них відносно вихідної точки. Можна створювати і зберігати стилі мультиліній або ж користуватися стилем за умовчанням (мультилінія з двох елементів). Для кожного елемента задаються колір і тип лінії; відповідні вершини елементів з'єднуються відрізками. Мультилінії можуть мати торцеві обмежувачі різного вигляду, наприклад, відрізки або дуги.

### **Сплайн**

☑ Команда SPLINE - що формує сплайн, викликається з падаючого меню Draw > Spline або клацанням миші по піктограмі Spline на панелі інструментів Draw. Сплайн є гладкою кривою, що проходить через заданий набір крапок. AUTOCAD працює з одним з різновидів сплайнів - неоднорідними раціональними кривими в-сплайнів NURBS. Використання NURBS забезпечує достатню гладкість кривих, що проходять через задані контрольні точки.

### **Коло**

☉ Команда CIRCLE що формує коло, викликається з падаючого меню Draw > Circle або клацанням миші по піктограмі Circle на панелі інструментів Draw. Коло можна будувати різними способами. За умовчанням побудова виробляється шляхом вказівки центру і радіусу. Можна задавати центр і діаметр або лише діаметр, вказуючи його початкову і кінцеву точки. Коло також може будуватися по трьох точках. Крім того, є можливість визначити коло, що стосується або трьох об'єктів рис., або два (у останньому разі задається ще і радіус).

### **Дуга**

☑ Команда ARC що формує дугу» викликається з падаючого меню Draw > Arc або клацанням миші по піктограмі Arc на панелі інструментів Draw. Дуги можна будувати різними способами. За умовчанням побудова виробляється шляхом вказівки трьох точок: початковою, проміжною і кінцевою. Дугу можна також визначити, задавши центральний кут, радіус, напрям або довжину хорди. Хордою називається відрізок, що сполучає початок і кінець дуги. За умовчанням дуга малюється проти годинникової стрілки.

### **Текст. Текстові стилі**

З кожним текстовим написом в AUTOCAD пов'язаний деякий текстовий стиль. При нанесенні написів використовується поточний стиль, в якому задані шрифт, висота, кут повороту, орієнтація і інші параметри. У одному рис. можна створювати і використовувати декілька текстових стилів, причому їх швидко копіювання з одного рис. в інший забезпечується завдяки Центру управління. Текстовими стилями є неграфічні об'єкти, які також зберігаються у файлі рисунка. Всі текстові стилі, окрім Standard користувач створює за своїм бажанням.

### **Однорядковий текст**

Текстові написи, що додаються в малюнок, несуть різну інформацію. Вони можуть бути складними специфікаціями, елементами основного напису,

заголовками. Крім того, написи можуть бути повноправними елементами самого рисунка. Порівняно короткі тексти, що не вимагають внутрішнього форматування, створюються за допомогою команд DTEXT і TEXT і записуються в один рядок. Однорядковий текст добре підходить для створення заголовків.

### **Багаторядковий текст**

Довгі складні написи оформляються як багаторядковий текст за допомогою команди MTEXT. Багаторядковий текст зазвичай вписується в задану ширину абзацу, але його можна розтягнути і на необмежену довжину. У багаторядковому тексті допускається форматування окремих слів і символів. Багаторядковий текст складається з текстових рядків або абзаців, вписаних у вказану користувачем ширину абзацу. Кількість рядків не лімітована. Всім багаторядковим текстом є єдиний об'єкт, який можна переміщати, повертати, стирати, копіювати, дзеркально відображувати, розтягувати і масштабувати.

Можливості редагування багаторядкового тексту ширші, ніж однорядкового. Наприклад, для багаторядкових написів передбачені режими підкреслення і надкреслення виділених фрагментів; також дозволено вказувати для них окремі шрифти, кольори, висоту символів.

## **Тема 7. Моделювання і алгоритмізація авторизованих систем**

Дослідження моделювання та алгоритмізації авторизованих систем виконуються з метою підвищення ефективності та оперативності керування виробничими процесами. Застосування у виробництві САПР, що навчаються (самонавчаються) в режимі факторного кластер-аналізу (ФКА), дозволяє надати властивість адаптивності при автоматизації технологічних процесів. Науково-методологічні основи інформаційно-екстремального методу аналізу і синтезу СППР, що навчається в режимі кластер-аналізу за умов апріорної невизначеності, інформаційних і ресурсних обмежень полягають в трансформації на етапі навчання САПР апріорного нечіткого розбиття простору ознак розпізнавання в чітке розбиття еквівалентності, що дозволяє побудувати безпомилкові за навчальною вибіркою вирішальні правила. Розглянуті категорійні моделі та алгоритми оптимізації фенотопних і генотипних параметрів функціонування СППР в режимі ФКА із самонавчанням вказують вплив параметрів навчання на функціональну ефективність САПР. Сьогодні розроблено засоби інформаційних технологій синтезу САПР, що функціонує в режимі ФКА при виробництві.



Основними етапами проведення моделювання та алгоритмізації є:

1. Проведення порівняльного аналізу існуючих методів і підходів до аналізу і синтезу САПР, що навчаються в режимі кластер-аналізу.

2. Проектування інформаційно-екстремальний метод аналізу і синтезу інтелектуальної САПР, що навчається в режимі ФКА, який дозволяє забезпечувати статистичну стійкість та однорідність навчальної вибірки під час перехідних процесів в системі, пов'язаних із зміною режимів технологічного процесу за умов впливу неконтрольованих факторів.

3. Створення комплексу логічно ув'язаних у рамках ІЕІ-технології категорійних моделей у вигляді діаграм відображень множин, що застосовуються при функціонуванні САПР в режимах факторного кластер-аналізу, які дозволяють суттєво спростувати синтез моделювання та алгоритмізації авторизованих систем.

4. Створення алгоритму оцінки функціональної ефективності навчання і досліджено вплив геометричних параметрів контейнерів класів розпізнавання, системи контрольних допусків на ознаки розпізнавання, рівнів селекції (квантування) координат двійкових еталонних векторів-реалізацій образу, кроку квантування в часі реалізації образу і періоду оброблення вхідних даних на функціональну ефективність САПР в режимах кластер-аналізу.

5. Розробка алгоритмів оптимізації геометричних параметрів контейнерів класів розпізнавання, системи контрольних допусків на ознаки розпізнавання, рівнів селекції (квантування) координат двійкових еталонних векторів-реалізацій образу, кроку квантування в часі реалізації образу і періоду оброблення вхідних даних, що дозволяє побудувати безпомилкові за навчальною вибіркою вирішальні правила, підвищити достовірність та оперативність класифікації функціональних станів технологічного процесу.

6. Розробка алгоритму визначення мінімального обсягу репрезентативної навчальної вибірки, що гарантує прийнятні з практичних міркувань величину статистичної похибки і оперативність обчислення.

7. Розроблення способів корекції асимптотичних точнісних характеристик САПР, що навчається в режимі ФКА, при збільшенні потужності алфавіту класів розпізнавання, що дозволяє підвищити достовірність класифікації функціональних станів технологічного процесу.

## Тема 8. Діалогові процедури та особливості їх використання в САПР

**Діалог** - узагальнюючий термін для всіх видів взаємодії людини, що наперед спланований, з автоматизованою системою. Діалог (діалогова взаємодія) є регламентованим обміном інформацією між людиною і обчислювальною машиною, здійснюваний в реальному масштабі часу і направлений на сумісне рішення конкретної задачі.

Діалог в САПР є методом рішення слабо формалізованих задач. При цьому розділення функцій між людиною і ЕОМ таке: людина ставить задачу, а система надає засоби для вирішення підзадач. Проводиться сумісне вирішення підзадач, остаточне об'єднання результатів, а ухвалення проектних рішень залишається за людиною. Діалоговою системою (підсистемою) називається система (підсистема), що забезпечує функціонування в режимі діалогу. Діалоговий режим є способом організації обчислювального процесу, заснованим на діалоговій взаємодії користувачів і обчислювальною машиною (системою).

### Тип діалогу

Тип діалогу характеризує структурні і лінгвістичні засоби для оформлення діалогових обмінів. Розглядаються наступні типи діалогу:

- ❖ абстрактний;
- ❖ конкретний;
- ❖ технічної реалізації.

**Абстрактний тип** діалогу визначає основні властивості діалогового обміну. Для цього типу описуються такі основні компоненти діалогового обміну, як дія і реакція на нього, а також їх взаємозв'язок з таких позицій:

- характеру ініціатора (користувач або система) і дії;
- можливості вибору (необмежена, обмежена, фіксована);
- однозначності формулювання задачі.

**Конкретний тип** діалогу пов'язаний з характеристикою повідомлень, що входять в діалоговий обмін. При цьому розглядаються такі складові:

- ⚡ алфавіт і словник (елементи представлення повідомлень);
- ⚡ структура представлення повідомлень (внутрішній і зовнішній формати, формальна надмірність);
- ⚡ структура змісту повідомлення (семантичні властивості, форма і інтерпретація).

Внутрішній формат повідомлення визначає синтаксис вхідного повідомлення, а зовнішній формат описує розташування повідомлення на екрані.

### Форма діалогу

Форма діалогу характеризує зміст діалогової розмови, описує повторення однакових типів діалогу і поєднання різних типів діалогу в одному діалоговому обміні і розмові. Основні форми діалогу:

- директивна;
- таблична;
- фразова на обмежено-природній мові;
- об'єктно-орієнтована.

При **директивній формі** діалогу застосовуються директиви (команди).

**Таблична форма** діалогу включає конкретні типи діалогу:

- вибір операції для виконання по меню;
- заповнення і редагування бланка (шаблону даних);
- висновок результатів в табличній формі.

**Фразова форма** діалогу використовує обмежено-природну мову. Спілкування ведеться у вільному форматі, але можлива фіксація окремих фраз, шаблони фраз, програмовані клавіші ключових слів і використання меню.

**Об'єктно-орієнтована** форма діалогу є розвитком директивної і табличної і є аналогією роботи в світі об'єктів наочної області за рахунок використання системи вікон, меню і піктограм.

### **Структура діалогу**

Структура діалогу - зв'язана сукупність станів діалогу, досяжних при спілкуванні користувача з діалоговою системою. Стан діалогу включає три компоненти:

- ✦ форму діалогу, що використовується;
- ✦ досягнуту в системі ситуацію, яка визначає сукупність функцій, що надаються користувачу;
- ✦ передісторію діалогу - послідовність діалогових обмінів, що привели в цей стан, і зміст областей даних.

Основне графічне представлення структури діалогу - діаграма станів (граф діалогу) - орієнтований зважений граф. Кожна вершина графа відповідає певному стану діалогу, а дуга визначає зміну стану. Вага переходів характеризує зміст діалогу: вхідні і вихідні повідомлення, виконувані програми і програмні умови. Існують і інші способи опису структури діалогу:

- ❖ мережі Петрі;
- ❖ таблиці переходів;
- ❖ автоматні моделі.

## **Тема 9. Системно-технічна діяльність при створенні ефективного САПР**

Розрізняють ефективність створення САПР й ефективність її функціонування. Тип створення САПР, як правило, одиничний. Ефективність створення САПР розглядають як створення нової техніки, проте з урахуванням специфіки САПР. САПР відноситься до того типу сучасних організаційно-технічних систем, для яких характерно швидкий розвиток методів і засобів. Тому стратегія витрат повинна враховувати, з одного боку, революційний характер створення САПР, а з іншого боку - еволюційний характер її розвитку, що припускає періодичне вкладення засобів в актуалізацію систем і підвищення її ефективності, що змінюється в часі. При цьому використовують такі критерії вибору засобів системи:

- максимум продуктивності при обмежених витратах;

- мінімум витрат (В) при обмеженій продуктивності (П);
- максимум відношення П/З;
- максимум різниці економії (Е) і витрат (В) та ін.

При оцінці ефективності створення функціонування САПР ТП застосовуються підходи, описані вище.

Під ефективністю автоматизованого перетворення інформації розуміють доцільність застосування засобів обчислювальної й організаційної техніки при формуванні, передачі й обробці даних. Розрізняють розрахункову й фактичну ефективність. Первинну (розрахункову) визначають на стадії проектування автоматизації інформаційних робіт, тобто розробки техноробочого проекту; другу (фактичну) - за результатами впровадження техноробочого проекту.

Узагальненим критерієм економічної ефективності є мінімум витрат живої й упредетненої праці.

При цьому встановлено, що чим більше ділянок управлінських робіт автоматизовано, тим ефективніше використовується технічне й програмне забезпечення.

Економічний ефект від впровадження обчислювальної й організаційної техніки підрозділяють на прямий і непрямий.

Під прямою економічною ефективністю розуміють економію матеріально-трудоуних ресурсів і коштів, отриману в результаті скорочення чисельності управлінського персоналу, фонду заробітної плати, витрати основних і допоміжних матеріалів внаслідок автоматизації конкретних видів планово-облікових й аналітичних робіт.

## **Тема 10. Математичні методи аналізу продуктивності та надійності САПР**

Методичне забезпечення САПР містить у собі: теорію процесів, що відбуваються в схемах і конструкціях РЕС; методи аналізу й синтезу схем і конструкцій радіоелектронних пристроїв, систем й їхніх складових частин, їхні математичні моделі; математичні методи й алгоритми чисельного рішення систем рівнянь, що описують схеми й конструкції РЕС. Зазначені компоненти методичного забезпечення становлять ядро САПР. У методичному забезпеченні виділяються математичне й лінгвістичне забезпечення.

*Математичне забезпечення* - це сукупність математичних моделей, методів й алгоритмів для рішення задач автоматизованого проектування.

*Лінгвістичне забезпечення* являє собою сукупність мов, використовуваних у САПР для подання інформації про проєктовані об'єкти, процес і засоби проектування й для здійснення діалогу між проєктувальниками й ЕОМ.

Якщо математичне й лінгвістичне забезпечення є повністю самостійними в складі САПР, то під методичним забезпеченням САПР розуміють вхідні в її склад документи, що регламентують порядок її експлуатації.

Оснору математичного забезпечення компонента САПР становлять алгоритми, по яких розробляється програмне забезпечення САПР й, отже,

здійснюється процес автоматизування проектування САПР. Математичне забезпечення (МЗ) при автоматизованому проектуванні в явному вигляді не використовується, а застосовується похідний від нього компонент - програмне забезпечення.

Разом з тим розробка МЗ є найскладнішим етапом створення САПР, від якого при використанні умовно однакових технічних засобів найбільшою мірою залежать продуктивність й ефективність функціонування САПР у цілому.

МЗ будь-яких САПР за призначенням й способами реалізації ділиться на дві частини. Першу становлять математичні методи й побудовані на їхній основі математичні моделі, що описують об'єкти проектування або їхні частини або необхідні властивості, що обчислюють, і параметри об'єктів.

Другу частину становить формалізований опис технології автоматизованого проектування.

У складі будь-яких САПР ці частини МЗ повинні органічно взаємодіяти.

Способи й засоби реалізації першої частини МЗ найбільш специфічні в різних САПР і залежать від особливостей процесу проектування.

Розвиток й удосконалювання методів у даній частині - процес постійний. Створення САПР стимулює ці роботи, і насамперед - у частині розробки оптимізаційних методів проектування.

Складніше йде справа з розробкою другої частини МЗ. Формалізація процесів автоматизованого проектування в комплексі виявилася більш складною задачею, чим алгоритмізація й програмування окремих проектних задач. При рішенні задач даної частини повинна бути формалізована вся логіка технології проектування, у тому числі логіка взаємодії проектувальників один з одним з використанням засобів автоматизації. Зазначені проблеми вирішувалися й вирішуються в цей час емпіричним шляхом, головним чином методом проб і помилок.

Отже, МЗ САПР повинно описувати у взаємозв'язку об'єкт, процес і засоби автоматизації проектування. Для вдосконалювання МЗ виділяють два напрямки робіт:

- розвиток методів одержання оптимальних проектних рішень, у тому числі орієнтованих на автоматизоване проектування.
- удосконалювання й типізацію самих процесів автоматизованого проектування.

Аналіз існуючих методів рішення оптимізаційних задач автоматизованого проектування показав наступне:

✓ до числа найважливіших питань методології сучасного проектування ставиться вибір критеріїв ефективності варіантів проектних рішень, що, як правило, вимагає рішення багатокритеріальних задач оптимізації;

✓ теоретично найбільш ефективними при пошуку оптимальних проектних рішень є методи нелінійного математичного програмування;

✓ у зв'язку із практичною складністю й високою трудомісткістю пошуку оптимальних проектних рішень за допомогою точних математичних

методів існує пошук ефективних проектних рішень на основі створення спеціальних "банків знань" (фондів описів об'єктів, технічних рішень, а також типових евристичних методів).

## Тема 11. Структурне моделювання

Одним з перших етапів проектування є проектування структури. На цьому етапі структурний об'єкт представляється у вигляді сукупності взаємопов'язаних великих завершених блоків. Задача проектування структурної схеми полягає у тому, щоб варіюючи типами, зв'язками параметрами блоків знайти таку структуру, яка відповідала б заданим вихідним параметрам та характеристикам.

### **Основні способи структурного моделювання:**

#### *1. Аналітичне моделювання*

Методика аналітичного способу моделювання полягає у складенні математичних описів системи з технічним завданням. Розглядаються характеристикт при значеннях параметрів, які відповідають вибраній структурі, проводять оцінку отриманих результатів. Аналітичні методи застосовують для простих систем та елементів, розраховують лише лінійні стаціонарні або нелінійні безінерційні системи.

#### *2. Імітаційне моделювання*

Для імітаційного моделювання розробляється модель імітуючої системи. Модель будується так, щоб відобразити характеристики, які досліджуються (надійність, точність, продуктивність). Побудова моделі відбувається на основі її опису. Процес імітаційного моделювання може полягати у моделюванні проходження сигналу через систему.

### **Моделювання нормального розподілу**

Це одне з найбільш застосовуваних методів заснованих на центральній граничній теоремі теорії імовірності. Відповідно до якої сума незалежних випадкових величин  $E_i$  з довільними законами розподілення і дисперсіями, які мало відрізняються одна від одної, утворюють послідовність випадкових величин із законом розподілення, який прямує до нормального при  $n$  прямує до безкінечності.

### **Моделювання дискретного розподілу**

Якщо необхідно отримати ряд випадкових дискретних величин  $E_1, E_2, E_3, \dots, E_n$  із імовірностями  $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ , то використовуючи рівномірно розподілену послідовність випадкових чисел, це можна зробити наступним чином. Розділемо інтервал  $(0;1)$  на  $p$ -відрізків  $b_i$ , де довжина кожного відрізка  $P_i$ .

Сума  $b_i = 1$ .

### **Моделювання довільного розподілу**

При моделюванні структурних схем з метою виявлення динаміки їх роботи використовуються поняття: процес, активність, подія.

Під процесом розуміють опис алгоритму роботи певної частини системи і термінах роботи її блоків. Робота кожного блоку задається активністю. Блок є активним, якщо до нього був запит і він знаходиться у стані обробки запиту.

Подія – це зміна стану будь-якого об'єкту системи або запиту ззовні системи.

Закінчення роботи будь-якого блоку – це закінчення активності, яка є подією,

що може викликати інші активності. За допомогою цих процесів активності подій можна описати динамічну поведінку системи.

## Тема 12. Функціональне моделювання

### *Постановка завдання*

Суть функціонального моделювання (ФМ) полягає у розбитті процесу на окремі функціональні блоки. Кожний із блоків виконує, те чи інше функціональне перетворення сигналу і т.д. і розрахунок форми сигналу та його основних параметрів в кожній точці функціональної схеми.

Під формою сигналу розуміють або залежність сигналу від часу  $x(t)$  при моделюванні в часовій області, або еквівалентне представлення сигналу у вигляді вираження по Лапласу  $x(p)$ ; або залежність від комплексної величини  $j(w)$  при моделюванні в частотній області.

Основною вимогою при ФМ є висока швидкість моделювання, яка необхідна для того, щоб за короткий час можна було дослідити більшу кількість різноманітних варіантів функціональних схем.

Першим і основним допущенням характерним для ФМ є розв'язка, тобто відокремлення окремих функціональних блоків один від одного та незалежність характеристик їх роботи від режиму роботи інших блоків. Умова розв'язки блоків еквівалентна виконанню умови  $R_{вх} = \infty$ ,  $R_{вих} = 0$ , для кожного з блоків. Внаслідок цього перетворення сигналу залежність лише від характеристик вхід-вихід кожного блоку, а не від їх взаємного впливу один на одного. Другим основним допуском є допуск про однонаправленість документів, тобто сигнал на виході будь-якого елемента не впливає на сигнал на його вході. Це дозволяє вважати, що сигнал у функціональних схемах розповсюджується однонаправлено – від входу до виходу кожного елемента.

### *Базові елементи функціональних схем*

Функціональні елементи можна звести до чотирьох основних типів, які називаються базовими:

- генератори сигналів;
- безінерційні елементи;
- інерційні лінійні елементи;
- інерційні нелінійні елементи.

Основною характеристикою елемента при ФМ є його функція перетворення, яка пов'язує його вхідний та вихідний сигнали.

### *Генератор сигналів*

Цей тип елементів включає дві різноманітності. Незалежні генератори, які задають сигнал  $x(t)$  на вході функціональної схеми та керовані генератори, які формують ту чи іншу форму сигналу  $x(t)$  в залежності від керівної дії.

### *Безінерційний лінійний або нелінійний елемент*

Функція перетворення цього елемента являє собою лінійну або нелінійну функцію, що пов'язує вхідний сигнал  $x$  і вихідний сигнал  $y$ ,  $y=f(x)$ . Безінерційний нелінійний елемент дозволяє перетворити форму  $u(t)=f[x(t)]$ .

### *Інерційний лінійний елемент*

Його функція перетворення в часовій області – це перехідна. Характеристика  $h(t)$ , а в частотній області – коефіцієнт передачі  $k(p)$ .

### *Інерційний нелінійний елемент*

Його функція перетворення є певний нелінійний оператор  $A(x)$ . Наприклад диференціальне рівняння, яке ставить у відповідність кожній реалізації  $x(t)$  реалізацію  $y(t)$ . У більшості випадків реальний інерційний елемент можна описати системою диференціальних рівнянь.

### *Алгоритми моделювання базових безінерційних елементів*

Під моделюванням елемента розуміють обчислення його вихідних величин по заданому значенню сигналу  $x$ .

#### *1. Генератор сигналів*

Моделювання генератора сигналів  $x(t)$  полягає у обчисленні заданої функції  $x(t)$  у відомі моменти часу  $t_n$ . В результаті неперервна функція  $x(t)$  замінюється функцією  $x_n = x(t_n)$ .

#### *2. Безінерційні статистичні елементи*

Моделювання елементів без пам'яті зводиться до обчислення функцій  $y=f(x)$  для будь-якого заданого значення  $x$ . А для елементів із пам'яттю – до обчислення однієї із функцій.

#### *3. Безінерційні динамічні елементи*

Вихідна величина в цих елементах залежить не лише від  $x$ , але і від інтервалу часу дельта  $t$ . Наприклад для елемента на виході формується послідовний цифровий код.

### *Моделювання елементів, що задані перехідною характеристикою $h(t)$*

Ці елементи моделюються на ЕОМ шляхом чисельного зростання та розрахунку інтеграла згортки. Суть методу полягає в такому: розбиваючи інтервал інтегрування  $[0;t]$  та інтервал поточного часу на відрізьку від  $\Delta$  до  $t$ . Вважаючи на кожному із відрізків значення  $x(t)$ ,  $h(t)$  – постійними, що відповідає чисельному інтегруванню. Таким чином обчислення вихідного сигналу в кожний момент часу зводиться до обчислення суми.

### *Особливості моделювання нелінійних інерційних елементів*

При моделюванні нелінійних перетворень в радіочастотних пристроях – модуляторах, перетворювачах частоти, обмежувачах амплитуди, детекторах – можливі два підходи – ідеальне і реальне моделювання.

### *Моделювання нелінійних перетворень в перемикальних приладах*

Перемикальні схеми (ключі, релаксійні спускові і порівняльні схеми, тригери), а також нелінійні аналогові схеми (схеми операційних підсилювачів різних типів), точна математична модель яких представляє нелінійне диференціальне рівняння, можливо моделювати на 2-х функціональних рівнях – ідеальному і реальному.

Ідеальне функціональне моделювання зводиться до точного (до похибки, яку потрібно знайти) відтворення виконуючих елементів функції.

Реальне функціональне моделювання перемикаючих пристроїв повинно виконуватися з обліком таких властивостей цих пристроїв, як формування фронтів кінцевої тривалості, затримка вихідного сигналу щодо вхідного,



неідеальна форма робочої частини імпульса – вершини у прямокутних імпульсах і т.д.

Перший спосіб складається в розбитті повного перетворення сигналу на окремі елементарні перетворення і відображення кожного з них відповідним функціональним елементом.

Другий спосіб реального функціонального моделювання складного перемикаючого пристрою складається в розбитті його на більш прості частини, кожна з яких може бути замінена простим функціональним елементом.

#### *Побудова функціональних схем*

Побудова функціональних схем (ФС) складних пристроїв проводиться в загальному випадку в 2 етапи. На першому етапі кожний реальний елемент пристрою представляється відповідним елементом ФС. Для безінерційних і лінійних інерційних елементів, що виконують досить прості перетворення сигналу, а також для ідеалізованих функціональних елементів побудови ФС на цьому етапі закінчується.

### **Тема 13. Логічне моделювання**

На етапі логічного проектування розробляються логічні схеми приладів, тобто схеми на рівні простих логічних елементів (НЕ, ІЛИ, І).

Основна задача – перевірка правильності логічного функціонування пристроїв. Модель на рівні логічних елементів може використовуватися для дослідження часових характеристик та процесів в приладах і для генерації тестів.

Задача синтезу логічних схем пристроїв потребує для свого рішення:

- Опис структури проєктуючого пристрою на регістровому рівні.
- Опис алгоритму функціонування пристрою на рівні мікрооперацій.
- Задання базової системи логічних і запам'ятовуючих елементів, які можуть бути використані в пристроях.

Найбільш просто представлені сигнали у вигляді логічних 0 і 1. При цьому один з елементарних рівнів приймається за 0, інший за 1.

При логічному моделюванні використовуються функціональні моделі елементів. Функціональна модель представляється у вигляді «чорного ящика», для якого зв'язок між вхідними і вихідними сигналами задається у вигляді булівських рівнянь, таблиць істинності чи іншими методами.

Аналіз перехідних процесів в логічних схемах ведеться асинхронним методом моделювання, в якому враховується час поширення сигналів в елементах і з'єднаних ланцюгах схеми.

Спрацювання логічного елемента відбувається з деяким запізненням щодо вхідних сигналів, яке враховується затримкою в моделях елементів. Часове розгалуження вхідних сигналів може призвести до появи хибного сигналу на виході логічного елемента. Можливість появи фіктивних сигналів називається *ризиком збою*.

Якщо сигнал на виході схеми для двох збіжних наборів вхідних дій А і В

залишаються однаковими, а в час перехідного процесу можлива поява хибного сигналу протилежного значення, то така ситуація називається *статистичним ризиком збою*.

*Динамічний ризик збою* дає можливість багатократного змінення сигналу на виході при переході від вхідного набору А до набору В, коли вхідний сигнал змінюється на протилежний.

Якщо під дією вхідного сигналу схема від одного стану може перейти в різні стани залежно від затримок в елементах схеми, то в такому разі змагання називаються *критичними*.

Асинхронне моделювання полягає:

- у визначенні сигналів на виході логічних елементів схеми відносно розглянуті схеми.

#### **Асинхронне подійне моделювання**

Події в системах подійного моделювання – це зміна стану якого-небудь елемента і пов'язаних з ним ланцюгів.

В програмах асинхронного подійного моделювання важливу роль відіграють два масиви – *масив станів ланцюгів* в моделюючій схемі і *черга майбутніх подій*.

Масив станів ланцюгів зберігає стани всіх ланцюгів моделюючої схеми у вигляді логічних 0 і 1.

В черзі майбутніх подій (ЧМП) в процесі моделювання записуються події, які повинні відбутися в моделюючій схемі.

В ЧМП події записані в порядку зростання часу, і на вершині черзі знаходяться події, які відбулися раніше за всіх.

Асинхронне подійне моделювання виконується таким чином. Перед початком моделювання встановлюється початковий стан схеми шляхом запису значень в масив станів ланцюгів. Тестові вхідні дії, які подаються в схему, вносяться в ЧМП відповідно до часу їх появи. Далі починається моделювання, яке складається з таких дій:

- через ЧМП вибирається верхній елемент. Час, який вказаний в ньому, заноситься в лічильник модельного часу, а в масив стану ланцюгів по номеру, вказаному в елементі, замість старого відбувається запис нового стану ланцюга, вказаного в ЧМП.

- Знаходяться логічні елементи, для яких даний ланцюг є вхідним, вираховуються значення сигналів на виходах цих елементів (тобто визначаються нові стани ланцюгів) і їх затримки.

- Для кожного з ланцюгів значення сигналу порівнюється зі значенням, яке міститься в масиві станів ланцюгів, і, якщо вони не співпадають, то, відповідно, відбувається зміна стану ланцюга, і подія заноситься в ЧМП. Якщо значення співпадають, то запис не відбувається.

- Далі операції повторюються, починаючи з п. 1.

- Процес моделювання закінчується при вичерпанні всіх елементів ЧМП або заданого часу моделювання.

## **Синтез тестів з використанням систем моделювання**

В процесі виробництва і експлуатації ЕВА виникають задачі перевірки правильності функціонування апаратури, відшукування несправностей та їх видалення.

Виявлення і локалізація несправностей в ЕВА проводиться шляхом подачі на входи перевіряючого приладу деякої послідовності наборів (векторів) вхідних сигналів і аналіз реакції пристрою на ці сигнали. Кожному вхідному набору відповідає еталонний результат, отриманий у виправленій апаратурі.

Вхідний набір і відповідний йому вихідний набір називається *елементарною перевіркою*.

Сукупність вхідних наборів і відповідних їм еталонних вихідних результатів називають *тестом даного пристрою*.

Тести бувають контролюючими і діагностичними.

За допомогою контролюючих тестів визначається наявність або відсутність несправності в пристрої.

За допомогою діагностуючих тестів локалізується тип і місце несправності в пристрої.

### **Реалізація програм логічного моделювання**

#### *Компілюючі і інтерпритуючі системи*

Залежно від способу реалізації програми в ЕОМ системи моделювання поділяються на компілюючі і інтерпритуючі.

В системах компілюючого типу вихідний опис моделюючої схеми, представленої на будь-якій вхідній мові, транслюється на машинну мову і оформлюється у вигляді об'єктного модуля, який потім і виконується при моделюванні.

В системах інтерпритуючого типу перевід вхідного опису на машинну мову не виконується, а кожен оператор вхідного опису виконується за допомогою спеціальної підпрограми.

## 7. ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ З ДИСЦИПЛІНИ

Обов'язковим елементом успішного засвоєння навчального матеріалу дисципліни “Системи автоматизованого проектування приладів і систем” є самостійна робота студентів з вітчизняною та зарубіжною спеціальною літературою з питань систем автоматичного проектування приладів і систем на залізничному транспорті, обчислювальні мережі (ОМ) в САПР, програмне забезпечення (ПО) САПР, моделювання і алгоритмізація авторизованих систем, структурне моделювання, функціональне і логічне моделювання. Самостійна робота є основним засобом оволодіння навчальним матеріалом у час, вільний від нормованих навчальних занять, тобто лекційних і лабораторних занять (аудиторної роботи).

Основні види самостійної роботи, на які повинні звертати увагу студенти:

- вивчення лекційного матеріалу;
- опрацювання та вивчення рекомендованої літератури;
- підготовка до лабораторних робіт (вивчення теоретичного матеріалу та проведення аналітичних розрахунків);
- робота над рефератом (тезами, доповіддю);
- робота над індивідуальним завданням (розрахунково-графічною роботою);
- самоперевірка студентом власних знань за запитаннями для самодіагностики;
- підготовка до підсумкового контролю (заліку).

**Опрацювання лекційного матеріалу.** У системі різних форм навчально-виховної роботи у вищих навчальних закладах особливе місце належить лекції, де викладач надає студентові основну інформацію, навчає розмірковувати, аналізувати, допомагає опанувати ключові знання, а також спрямовує самостійну роботу студента.

Зв'язок лекції і самостійної роботи студента розглядають в наступних напрямках:

- лекція як головна початкова ланка, що визначає зміст та обсяг самостійної роботи студента;
- методичні прийоми конспектування лекцій, що активізують самостійну роботу студентів;
- самостійна робота, яка сприяє поглибленому засвоєнню теми на базі прослуханої лекції.

Перший етап самостійної роботи починається з процесу слухання і конспектування лекції. Правильно складений конспект лекції – найефективніший засіб стимулювання подальшої самостійної роботи студентів. Студент повинен чітко усвідомити, що конспект – це короткий тезовий запис головних положень навчального матеріалу. Складання та вивчення конспекту – перший етап самостійної роботи студента над вивченням теми чи розділу. Конспект допомагає в раціональній підготовці до практичних занять, лабораторних робіт, заліку у визначенні напрямку і обсягу подальшої роботи з

літературними джерелами.

Під час підготовки до лекції студент повинен опрацювати матеріал попередньої лекції з використанням підручників та інших джерел літератури. На лекціях висвітлюються лише основні теоретичні положення та найбільш актуальні проблеми, тому більшість питань виносяться на самостійне опрацювання.

### **Підготовка до лабораторних робіт.**

Підготовку до лабораторних роботи розпочинають з опрацювання лекційного матеріалу. Студент повинен самостійно ознайомитися з відповідним розділом робочої програми, підготувати відповіді на контрольні питання, які подані в програмі у визначеній послідовності згідно з логікою засвоєння навчального матеріалу.

Лабораторні роботи збагачують і закріплюють теоретичні знання студентів, розвиваючи їх творчу активність, допомагають у набутті практичних навичок роботи за предметом навчальної дисципліни.

У процесі підготовки до лабораторних робіт самостійна робота студентів – обов'язкова частина навчальної роботи, без якої успішне і якісне засвоєння навчального матеріалу неможливе. Це свідчить про необхідність керування самостійною роботою студентів з боку викладача завдяки проведенню цілеспрямованих організаційних і контрольних заходів.

Відповідно до навчального плану з кожної теми курсу проводяться лабораторні роботи. Щороку викладачі уточнюють тематичний план проведення лабораторних робіт та ознайомлюють з ним студентів на першому занятті.

Викладач у вступній лекції рекомендує студентам основну і додаткову літературу, а також методичні рекомендації щодо самостійної роботи та для виконання лабораторних і розрахунково-графічних робітних робіт з дисципліни. У методичних вказівках з кожної теми наведено перелік питань для теоретичної підготовки до заняття і завдання для аналітичних розрахунків.

У разі, коли студент не може самостійно розібратися в якомусь питанні, він може отримати консультацію у викладача (згідно з графіком проведення консультацій викладачами кафедри телекомунікаційних технологій та автоматики). Добре організовані консультації дозволяють спрямувати самостійну роботу в потрібному напрямі, зробити раціональною та підвищити її ефективність.

### **Робота над індивідуальним завданням (розрахунково-графічною роботою)**

Виконання індивідуального завдання (розрахунково-графічної роботи) винесено на індивідуальне самостійне опрацювання студентами. У межах дисципліни “Системи автоматизованого проектування приладів і систем” як

індивідуальне завдання виконується комплексна розрахунково-графічна робота. Розрахунково-графічна робота передбачає: систематизацію, закріплення, розширення теоретичних і практичних знань із дисципліни та застосування їх при вирішенні конкретних практичних ситуацій. Також виконання розрахунково-графічної роботи передбачає розвиток навичок самостійної роботи й оволодіння методикою дослідження, пов'язаною з визначенням основних експлуатаційних характеристик залізничної апаратури автоматики та зв'язку з точки зору їх надійності та проведення відповідних регламентних робіт з обслуговування.

Завдання на розрахунково-графічну роботу з дисципліни “Системи автоматизованого проектування приладів і систем” видається студенту викладачем на початку вивчення дисципліни. Робота виконується самостійно у міжсесійний період при консультуванні викладачем протягом вивчення дисципліни відповідно до графіку навчального процесу, але не пізніше терміну проведення підсумкового контролю. Оцінка за виконання розрахунково-графічної роботи враховується при виставленні загальної оцінки з дисципліни.

Розрахунково-графічна робота виконується з метою закріплення, поглиблення і узагальнення знань, одержаних студентами під час навчання та набуття практичних навичок їх застосування при вирішенні проблем з якими пов'язана діяльність інженера з автоматики та автоматизації на залізничному транспорті..

Студент виконує розрахунково-графічну роботу відповідно до заданого варіанта та узгоджує його з викладачем. Розрахунково-графічна робота вимагає наявності таких елементів теоретичного та практичного досвіду:

- теоретичного використання сучасної методології і наукових розробок;
- практичної значущості;
- комплексного системного підходу до вирішення поставлених завдань;
- наявності елементів творчості.

Застосування сучасної методології полягає у тому, що при висвітленні теоретичної частини роботи, студент повинен використовувати відомості про новітні досягнення в галузі технічної експлуатації систем передачі та автоматики, застосовувати різноманітні підходи і аспекти до питань, які розглядаються в роботі.

Практична значущість роботи полягає в обґрунтуванні реальності її результатів для потреб практики. Тобто її результати повинні відповідати реальним умовам експлуатації технічних систем.

Комплексний системний підхід до розкриття теми роботи полягає в тому, що предмет дослідження під різними кутами зору – з позицій теоретичної бази і практичних навичок, умов його реалізації, аналізу, обґрунтування шляхів удосконалення і т. д. – в тісному взаємозв'язку і єдиній логіці викладу.

У процесі виконання розрахунково-графічної роботи, разом із теоретичними знаннями та практичними навичками за фахом, студент повинен продемонструвати здатність до науково-дослідної роботи й уміння творчо мислити, навчитися вирішувати актуальні завдання.

У процесі виконання розрахунково-графічної роботи студент має опрацювати лекційний матеріал та рекомендовані літературні джерела з посиленням на використання певної інформації у тексті роботи. При цьому робота має бути творчою і спрямованою на вирішення певної проблеми чи на обґрунтування особистого погляду автора роботи на питання, які розглядаються у роботі.

Розрахунково-графічна робота складається з: титульної сторінки, змісту, теоретичних питань та практичних завдань, висновків, списку літератури, додатків.

Титульна сторінка повинна містити назву навчального закладу, кафедри, навчальної дисципліни; тему розрахунково-графічної роботи; прізвище та ініціали студента; варіант завдання; номер академічної групи.

Зміст повинен містити назви розділів, підрозділів і т.д., які розкривають тему розрахунково-графічної роботи, з зазначенням номерів сторінок, на яких вони розміщені.

Основна частина обов'язково складається з взаємопов'язаних теоретичної, аналітичної та практичної частин.

У висновках викладаються перелік пропозицій та рекомендацій і результати одержані в розрахунково-графічній роботі.

Список використаної літератури необхідно скласти у певному порядку: спочатку наводяться законодавчі та нормативні акти, далі загальна та спеціальна література в алфавітному порядку, потім Інтернет-джерела, і в кінці – література на іноземній мові.

У додатках можуть бути винесені таблиці, рисунки, схеми отриманих креслень тощо. При наявності кількох додатків, оформляється окрема сторінка «ДОДАТКИ». Додатки позначаються великими літерами українського алфавіту.

Розрахунково-графічну роботу слід оформлювати відповідно до вимог, розроблених і затверджених профілюючою кафедрою. Обсяг розрахунково-графічної роботи визначається повнотою висвітлення теоретичних питань та розв'язання практичних завдань, шрифт Times New Roman, 14, полуторний інтервал; поля: верхнє й нижнє, ліве – не менше 20 мм, праве – не менше 10 мм.

Приклад оформлення титульного аркуша розрахунково-графічної роботи наведено в додатку.

### **Система поточного та підсумкового контролю знань студентів**

Оцінювання знань, вмінь та навичок студентів включає ті види занять, які згідно з програмою навчальної дисципліни “Системи автоматизованого проектування приладів і систем” передбачають лекційні, лабораторні роботи, самостійну роботу та виконання індивідуальних завдань, зокрема розрахунково-графічної роботи.

Перевірка та оцінювання знань студентів проводиться в таких формах:

- оцінювання роботи і знань студентів під час виконання лабораторних

робіт;

- оцінювання виконання, презентацію та захист індивідуального завдання (розрахунково-графічної роботи);

- написання рефератів (доповідей);

- складання проміжного контролю знань (тестування);

- складання заліку.

Поточне оцінювання знань студентів здійснюється під час проведення виконання лабораторних робіт і має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання конкретної роботи. Об'єктами поточного контролю є:

- активність та результативність роботи студента над вивченням програмного матеріалу дисципліни;

- відвідування занять;

- виконання індивідуального завдання (розрахунково-графічної роботи);

- складання проміжного контролю (тестування).

Контроль систематичного виконання самостійної роботи та активності на заняттях проводиться за такими критеріями:

- розуміння, ступінь засвоєння теорії та методології проблем, що розглядаються;

- ступінь засвоєння фактичного матеріалу навчальної дисципліни;

- ознайомлення з рекомендованою літературою, а також із сучасною літературою з питань, що розглядаються;

- уміння поєднувати теорію з практикою при розгляді практичних ситуацій, розв'язанні задач, проведенні розрахунків при виконанні індивідуальних завдань, та завдань, винесених на розгляд в аудиторії;

- логіка, структура, стиль викладу матеріалу в письмових роботах і при виступах в аудиторії, вміння обґрунтовувати свою позицію, здійснювати узагальнення інформації та робити висновки.

Оцінка «відмінно» ставиться за умови відповідності виконаного завдання студента або його усної відповіді до всіх зазначених критеріїв. Відсутність тієї чи іншої складової знижує оцінку.

Реферат (тези, доповідь) є додатковою частиною самостійної роботи студента над навчальною дисципліною “Системи автоматизованого проектування приладів і систем”.

Мета написання реферату (тез, доповіді) – поглиблення теоретичних знань, набутих студентами в процесі вивчення дисципліни.

Індивідуальне завдання (розрахунково-графічна робота) є обов'язковою частиною самостійної роботи студента.

Написання розрахунково-графічної роботи має сприяти глибшому засвоєнню студентами дисципліни “Системи автоматизованого проектування приладів і систем”, спонукає ґрунтовно вивчати спеціальні наукові видання вітчизняних і зарубіжних авторів, у яких розглядаються питання пов'язані з проведеннями досліджень, пов'язаних з вивченням систем автоматизованого проектування приладів та систем на залізничному транспорті.

Розрахунково-графічна робота оцінюється за критеріями:



- самостійності виконання;
- логічності та послідовності викладення матеріалу;
- деталізації плану;
- повноти та глибини розкриття теми, проблемної ситуації, аналітичної частини;
- наявності ілюстрацій (таблиці, рисунки, схеми і т. д.);
- кількості використаних джерел;
- використання статистичної інформації, додаткових літературних джерел та ресурсів мережі Internet;
- відображення практичного досвіду;
- обґрунтованості висновків;
- наявності конкретних пропозицій і прогнозів з обов'язковим посиланням на використані літературні джерела;
- якості оформлення, презентації та захисту розрахунково-графічної роботи.

Проміжний контроль рівня знань передбачає виявлення опанування студентом лекційного матеріалу та вміння застосовувати його для вирішення практичної ситуації і проводиться у вигляді тестування. При цьому тестове завдання може містити як питання, що стосуються суто теоретичного матеріалу, так і питання, спрямовані на вирішення невеличкого практичного завдання.

Для оцінювання рівня відповідей студентів на тестові завдання використовують критерії оцінювання подані у табл. 2.

Тести можуть бути застосовані як з метою контролю, так і для закріплення теоретичних знань і практичних навичок. Тести обирають із загального переліку тестів за відповідними темами.

Підсумковий контроль – у формі заліку. Загальна тривалість заліку – 4 годин. До складання заліку допускають студентів, що задовільно пройшли тестування з основних навчальних елементів, написали та захистили контрольну роботу та інших завдань, передбачених програмою дисципліни.

**Таблиця 2**

**Шкала перерахунку оцінок результатів тестування**

Оцінка за національною шкалою	Визначення назви
<i>ВІДМІННО</i>	<i>Відмінно</i> – відмінне виконання лише з незначними помилками
<i>ДОБРЕ</i>	<i>Дуже добре</i> – вище середнього рівня з кількома помилками

	<i>Добре</i> – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок
<i>ЗАДОВІЛЬНО</i>	<i>Задовільно</i> – непогано, але зі значною кількістю недоліків
	<i>Достатньо</i> – виконання задовольняє мінімальні критерії
<i>НЕЗАДОВІЛЬНО</i>	<i>Незадовільно</i> – потрібно попрацювати перед тим, як перездати тест
	<i>Незадовільно</i> – необхідна серйозна подальша робота з повторним вивченням змістового модуля

## 8. ПИТАННЯ ДО ЗАЛКУ

1. Поняття САПР та його зміст.
2. Горизонтальний та вертикальний рівні проектування.
3. Функціональне та алгоритмічне проектування.
4. Конструкторське та технологічне проектування.
5. Етапи проектування САПР.
6. Рівні проектування САПР (загальна схема).
7. Функціональне проектування в САПР (системний та функціонально-логічний рівні).
8. Функціональне проектування в САПР (схемотехнічний та компонентний рівні).
9. Алгоритмічне та конструкторське проектування в САПР.
10. Задачі системного та архітектурного рівнів проектування САПР.
11. Задачі мікропрограмною рівня алгоритмічного проектування САПР.
12. Задачі логічного підрівня функціонально-логічного рівня та схемотехнічного рівня САПР.
13. Задачі компонентного рівня САПР. Низхідне та висхідне проектування.
14. Задачі конструкторського проектування.
15. Задачі синтезу схеми процесу проектування САПР.
16. Задачі аналізу схеми процесу проектування САПР.

17. Формалізація проектних задач.
18. Математичний апарат САПР для компонентного та схемотехнічного рівнів.
19. Математичний апарат САПР для функціонального та системного рівнів.
20. Складові частини САПР. Технічне, математичне та програмне забезпечення.
21. Складові частини САПР. Лінгвістичне, інформаційне, методичне та організаційне забезпечення.
22. Підсистеми САПР.
23. Принципи побудови САПР. Принцип людино-машинної системи, комплексної автоматизації та інформаційної узгодженості.
24. Принципи побудови САПР. Відкритість та сумісність САПР.
25. Моделі життєвого циклу САПР. Спадна модель.
26. Моделі життєвого циклу САПР. Спіральна модель.
27. Вимоги до технічних засобів САПР.
28. Автоматизовані робочі місця проектувальників.
29. Режим роботи апаратури у комплексі технічних засобів САПР.
30. Математичне забезпечення САПР, його частини.
31. Універсальність математичного забезпечення САПР.
32. Алгоритмічна надійність САПР.
33. Точність математичного забезпечення САПР.
34. Затрати машинного часу.
35. Затрати оперативної пам'яті.
36. Способи підвищення економічності математичного забезпечення.  
Розріджені матриці.
37. Способи підвищення економічності математичного забезпечення.  
Дослідження складних систем по частинах.
38. Способи підвищення економічності математичного забезпечення.  
Макромодельовання.
39. Способи підвищення економічності математичного забезпечення.

Подійність.

40. Аналіз чутливості САПР.
41. Метод приростів.
42. Прямий, варіаційний та регресивний методи.
43. Статистичний аналіз.
44. Метод найгіршого випадку.
45. Метод Монте-Карло.
46. Задачі оптимізації в САПР.
47. Експертні компоненти в САПР.
48. Автоматизація проектування інтерфейсу «людина-комп'ютер».
49. Класифікація і види інтерфейсів.
50. Формалізовані методи рішення проектних задач.
51. Евристичні САПР.
52. Розрахунково-оптимізаційні САПР.
53. Графоаналітичні САПР.
54. Системи автоматизованого проектування конструкцій.
55. Графічні системи, системи підготовки технічної документації.
56. Інформаційні системи, системи технологічної підготовки програм для верстатів з ПУ.
57. Спеціалізовані САПР.
58. Інваріантні САПР.
59. Системи з центральним процесорним управлінням.
60. Запуск системи AutoCAD.
61. Панелі інструментів.
62. Поняття об'єктної прив'язки координат.
63. Об'єктна прив'язка координат відслідковування.
64. Об'єктна прив'язка координат зміщення.
65. Об'єктна прив'язка координат по кінцевій точці.
66. Об'єктна прив'язка координат по середній точці.
67. Об'єктна прив'язка координат по перетину та умовному перетину.

68. Об'єктна прив'язка координат по продовженню об'єкта та точці центру.
69. Об'єктна прив'язка координат по квадрату та дотичній.
70. Об'єктна прив'язка координат по нормалі та паралелі.
71. Об'єктна прив'язка координат по точці вставки, точковому елементу та найближчій точці.
72. Геометричний примітив. Точка.
73. Побудова ліній. Відрізок.
74. Побудова ліній. Пряма та промінь.
75. Побудова ліній. Полілінія.
76. Побудова ліній. Мультилінія.
77. Геометричний примітив. Багатокутник.
78. Геометричний примітив. Ескіз.
79. Побудова криволінійних об'єктів. Сплайн.
80. Побудова криволінійних об'єктів. Окружність.
81. Побудова криволінійних об'єктів. Дуга.
82. Побудова криволінійних об'єктів. Еліпс.
83. Побудова криволінійних об'єктів. Кільце.
84. Текст. Текстові стилі.
85. Однорядковий текст.
86. Багаторядковий текст.
87. Блок. Створення блоку.
88. Блок. Вставка блоку.
89. Особливості створення штриховки.
90. Постановка розмірів.
91. Паралельний розмір.
92. Базові розміри.
93. Розмірна залежність (ланцюг).
94. Ординатні розміри.
95. Виноски та пояснювальні надписи.
96. Швидке нанесення розмірів.

97. Управління розмірними стилями.
98. Основні способи структурного моделювання.
99. Загальні відомості про моделі.
100. Моделювання рівномірного розподілу.
101. Моделювання нормального розподілу.
102. Моделювання дискретного розподілення.
103. Моделювання довільного розподілення.
104. Постановка задачі функціонального моделювання.
105. Базові елементи функціональних схем.
106. Алгоритми моделювання базових безінерційних елементів.
107. Моделювання елементів, заданих перехідною характеристикою  $h(t)$  в часовій області.
108. Алгоритми моделювання базових інерційних лінійних елементів. Моделювання елементів, заданих звичайним диференціальним рівнянням (ЗДР).
109. Моделювання лінійних інерційних елементів, заданих комплексним коефіцієнтом передачі  $K(j\omega)$ , в часовій області.
110. Моделювання елементів, заданих комплексним коефіцієнтом передачі  $K(j\omega)$  або операторним коефіцієнтом передачі  $K(p)$ , в часовій області.
111. Моделювання вузькополосних лінійних інерційних елементів.
112. Особливості моделювання нелінійних інерційних елементів.
113. Моделювання нелінійних перетворень в перемикальних пристроях.
114. Загальні підходи до моделювання функціональних схем.
115. Розрахунок статичних часових діаграм.
116. Алгоритми розрахунку перехідних процесів.
117. Моделі сигналів і елементів логічного моделювання.
118. Методи логічного моделювання.
119. Асинхронне моделювання.
120. Асинхронне подійне моделювання.
121. Синтез текстів з застосуванням систем моделювання.
122. Компілюючі та інтерпретуючі системи.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛТЕРАТУРИ:

1. Правила технічної експлуатації залізниць України. – Київ: Транспорт України, 2003.- 133с.
2. Інструкція з сигналізації на залізницях України. - Київ: Транспорт України, 1995.- 216с.
3. Схемы электрической централизации промежуточных станций. - М.: Транспорт, 1987.- 287с.
4. Основні об'єкти сигналізації централізації та блокування. Умовні позначки при відображенні інформації СОУ 35.0- 00034045- 001: Нормативно-технічне видання. 2006, 28с. Видавництво ТОВ «ВД Мануфактура».
5. Вл. В. Сапожников, Б.Н. Елкін, И.М. Кокурин и др. Станционные системы автоматики и телемеханики.: Учеб. Для вузов ж.д. транспорта. Под ред. Вл.В. Сапожникова.- М.: Транспорт, 1997.- 432с.
6. Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте. Марушко Ф.И., Переборов А.С., Ейлер А.А., Волков В.Ф., Издание 2-е, М., изд-во «Транспорт», 1968. 328с.
7. А.С. Переборов, А.М. Брылеев, В.Ю. Ефимов, И.М. Кокурин, Л.Ф. Кондратенко. Телеуправление стрелками и сигналами: Учебник для вузов ж.д. транспорта.: Под ред. А.С. Переборова.- 3-е изд., перераб. и доп.- М.: Транспорт, 1981.-390с.
8. Маршрутно- релейная централизация. И.А. Беязо, В.Р. Дмитриев, Е.В. Микитина, А.Н. Пестриков. 2-е переработаное и дополненное издание. Изд. М., «Транспорт» 1968. 356с.
9. Проектирование электрической централизации.- Ошурков И.С., Баркаган Р.Р.,- М., Транспорт, 1980.-295с.
10. Інструкція з забезпечення безпеки руху поїздів при виконанні робіт з технічного обслуговування та ремонту пристроїв сигналізації, централізації та блокування (СЦБ) на залізницях України ЦШЕОТ/0018.- Київ: Укрзалізниця, 1999- 106с.
11. Інструкція з технічного обслуговування пристроїв сигналізації централізації та блокування (СЦБ) ЦШЕОТ/0012.- Київ: Укрзалізниця, 1998.- 72с.
12. Російсько- український словник залізничних термінів. - Київ: Транспорт України. 2000. 484с.
13. Д. В. Шаляпин, Н.А. Цибуля, С.С. Костенко, А.А. Волков и др. Устройства железнодорожной автоматики телемеханики и связи: Учебник для вузов ж.- д. транспорта :В 2 ч. - М.: Маршрут, 2006.- Часть 1- 587с

## 11. ДОДАТКИ

### ДОДАТОК 1

Таблиця 1

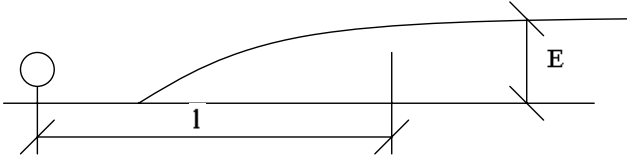
№№ п / п	Тип рейок	Марка хрестовини	Відстань від гостряка до центру переводу (ЦП) стрілки							
			Прості стрілки				Симетричні стрілки			
			1/9	1/11	1/18	1/22	Гірки	Прийомо-відправні колії		
					1/6	1/9	1/11			
1	P-65		12,42	11,25	21,72	26,92	–	–	11,43	9,76
2	P-50		11,09	10,10	21,72	–	6,19	7,75	11,43	9,77
3	P-43		11,09	10,10	–	–	6,19	–	11,43	9,77
4	I		12,07	10,03	–	–	–	–	–	–
5	P-38		11,94	10,03	–	–	6,19	–	–	–

•Складено на основі таблиць 2, 4, 39, 40 довідкового та методичного посібника « Проектирование путевого развития жел.-дор. станций», випуск 1973р.

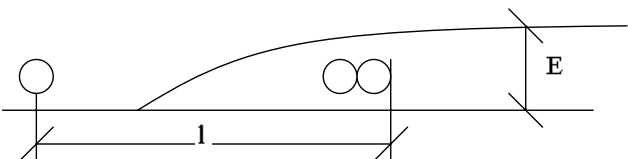
За відсутністю даних про радіус переводної кривої для стрілочних переводів марки 1/22 рекомендовано приймати його рівним 1500м, 1/18-1000м, 1/11- 300м, 1/9 – 200м.



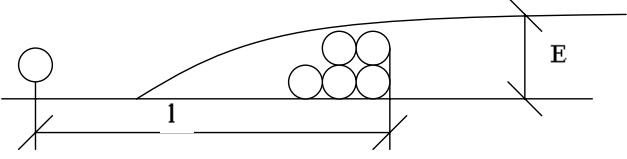
Таблиця 2

Відстань L від початку стрілочного гостряка до граничного стовпчика													
													
Радіус	200	250	300	200	250	300	400	300	400	500	1000	1500	
Марка хрест.	1/6			1/9				1/11			1/18	1/22	
Е-ширина міжколійя	4,8-5,04			54	54	54	54	63	63	63	100	125	
	5,1			54	54	54	54	57	63	63	100	125	
	5,2			54	54	54	54	57	63	63	100	119	
	5,3			54	54	54	54	57	57	63	100	119	
	5,4			54	54	54	54	57	57	63	100	119	
	5,5-6,0			54	54	54	54	57	57	57	100	119	
	6,1	38		48	54	54	54	57	57	57	100	119	
	6,2	38		48	54	54	54	57	57	57	100	119	
	6,3-6,5	38		48	48	54	54	57	57	57	100	119	
	6,6	38		48	48	48	54	57	57	57	100	119	
	6,7	38		48	48	48	54	57	57	57	100	119	
	6,8	38	39		48	48	48	54	57	57	57	100	119
	6,9	38	39		48	48	54	54	57	57	57	100	119
	7,0-7,4	32	33		48	48	48	54	57	57	57	100	119
7,5	32	33	33	48	48	48	48	57	57	57	100	119	

Таблиця 3

Відстань L від початку стрілочного гостряка до одиночного карликового світлофора											
											
Радіус	200	250	300	200	250	300	400	300	400	500	
Марка хрест.	1/6			1/9				1/11			
Е-ширина міжколій	4,2			70				80			
	4,3			65				73			
	4,4			65				67			
	4,5-4,7			58				67			
	4,8-5,0			58	58	58		67	67	67	
	5,1			58	58	58	58	61	67	67	
	5,2			58	58	58	58	61	67	67	
	5,3			58	58	58	58	61	61	67	
	5,4			58	58	58	58	61	61	67	
	5,5-6,0			58	58	58	58	61	61	61	
	6,1	44		52	58	58	58	61	61	61	
	6,2	44		52	58	58	58	61	61	61	
	6,3-6,5	44		52	52	58	58	61	61	61	
	6,6	44		52	52	52	58	61	61	61	
	6,7	44		52	52	52	58	61	61	61	
	6,8	44	44		52	52	52	58	61	61	61
6,9	44	44		52	52	52	58	61	61	61	
7,0	38	38		52	52	52	58	61	61	61	
7,1-7,4	38	38		52	52	52	52	61	61	61	
7,5	38	38	38	52	52	52	52	61	61	61	

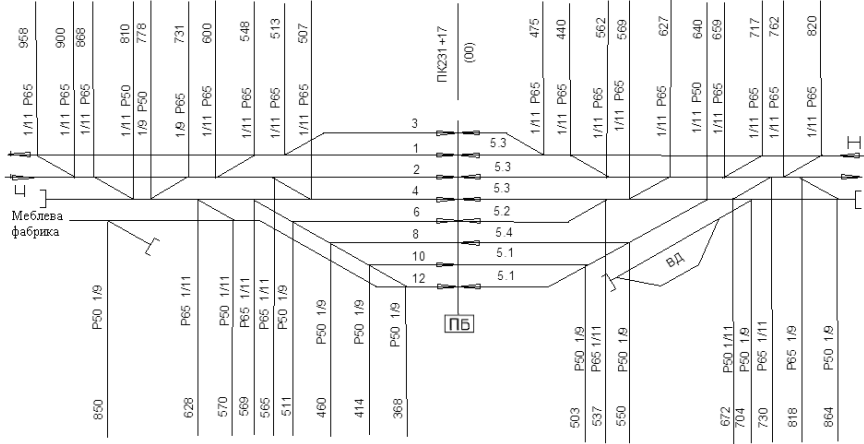
Таблиця 4

Відстань L від початку стрілочного гострика до здвоеного карликового світлофора											
											
Радіус	200	250	300	200	250	300	400	300	400	500	
Марка хрест.	1/6			1/9				1/11			
Е-ширина міжколій	4,8			59	60	61		67	69	71	
	4,9			58	58	59		67	67	69	
	5,0			58	58	58		67	67	67	
	5,1			58	58	58	58	63	67	67	
	5,2			58	58	58	58	63	67	67	
	5,3			58	58	58	58	62	63	67	
	5,4			58	58	58	58	62	63	67	
	5,5			58	58	58	58	62	62	63	
	5,6			58	58	58	58	62	62	63	
	5,7			58	58	58	58	61	62	62	
	5,8			58	58	58	58	61	61	62	
	5,9			58	58	58	58	61	61	62	
	6,0			58	58	58	58	61	61	61	
	6,1	44			53	58	58	58	61	61	61
	6,2	44			53	58	58	58	61	61	61
	6,3	44			53	53	58	58	61	61	61
	6,4	44			53	53	58	58	61	61	61
	6,5-6,7	44			52	52	53	58	61	61	61
	6,8	44	44		52	52	52	58	61	61	61
	6,9	44	44		52	52	52	58	61	61	61
7,0	38	38		52	52	52	58	61	61	61	
7,1-7,3	38	38		52	52	52	53	61	61	61	
7,4	38	38		52	52	52	52	61	61	61	
7,5	38	38	38	52	52	52	52	61	61	61	

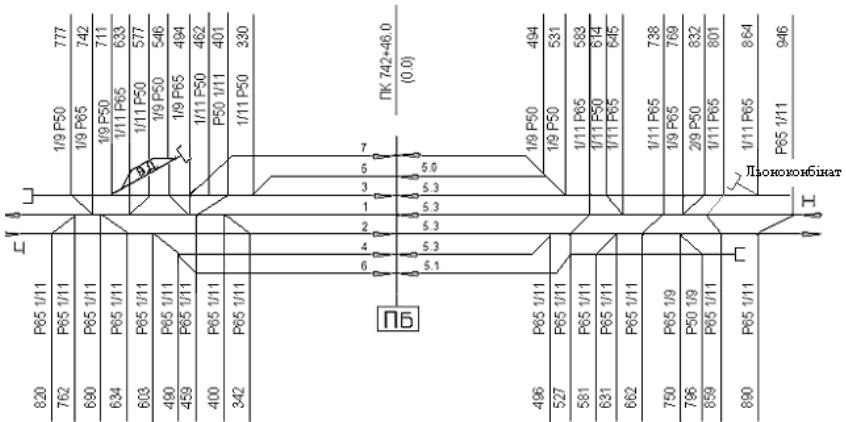
Таблиця 5

Відстань L від початку стрілочного вістряка до світлофора на залізобетонній або металевій щоглі з драбиною із нахилом													
Радіус		200	250	300	200	250	300	400	300	400	500	1000	1500
Марка хрест.		1/6			1/9				1/11			1/18	1/22
Е-ширина міжколій	5,2				79	82	85	89	91	95	98	150	119
	5,3				70	73	76	78	82	84	86	135	163
	5,4				68	68	70	73	77	79	81	129	157
	5,5				65	66	67	70	74	76	79	127	154
	5,6				64	64	66	68	73	75	77	124	151
	5,7				63	63	64	67	72	73	75	123	149
	5,8				62	63	63	66	71	72	74	121	148
	5,9				61	62	63	65	70	72	73	120	146
	6,0				61	61	62	64	70	71	72	120	145
	6,1	45			61	61	61	63	70	70	72	119	145
	6,2	44			60	61	61	63	69	70	71	118	144
	6,3	44			60	60	61	62	69	70	71	118	143
	6,4	44			60	60	60	62	69	69	70	118	143
	6,5	44			60	60	60	61	69	69	70	117	143
	6,6	44			60	60	60	61	68	69	69	117	143
	6,8	44	44		59	60	60	60	68	69	69	116	142
	6,9	44	44		59	59	60	60	68	69	69	116	142
	7,0	42	43		59	59	60	60	68	68	69	116	142
	7,1-7,3	42	42		59	59	59	60	68	68	69	116	142
	7,4	41	42		59	59	59	60	68	68	68	116	142
7,5	41	42	42	58	59	59	60	68	68	68	116	142	
7,6	41	41	42	58	58	59	59	68	68	68	116	142	
7,7	41	41	42	58	58	59	59	68	68	68	116	142	
7,8	41	41	42	58	58	58	59	68	68	68	116	142	
7,9	41	41	42	58	58	58	59	68	68	68	116	142	
8,0	41	41	41	58	58	58	58	68	68	68	116	142	
8,2-8,7	40	41	41	58	58	58	58	68	68	68	116	142	
8,8-9,3	40	40	41	58	58	58	58	68	68	68	116	142	
9,4	40	40	40	58	58	58	58	68	68	68	116	142	

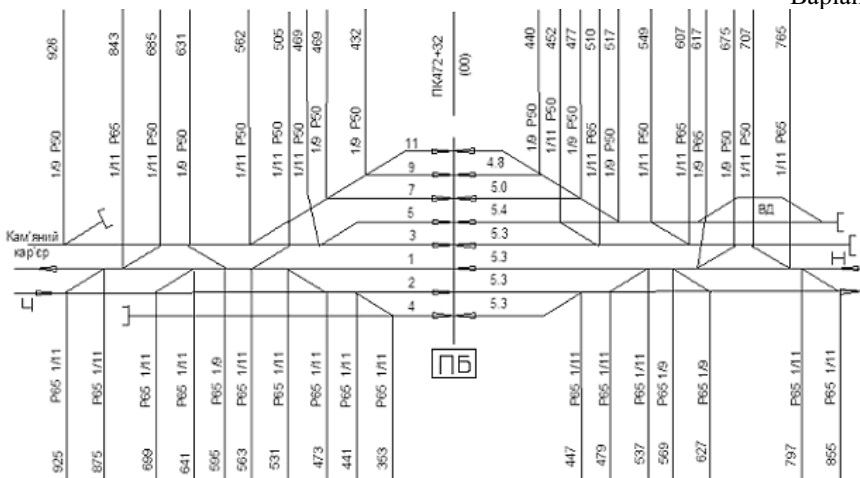
## Вариант 1



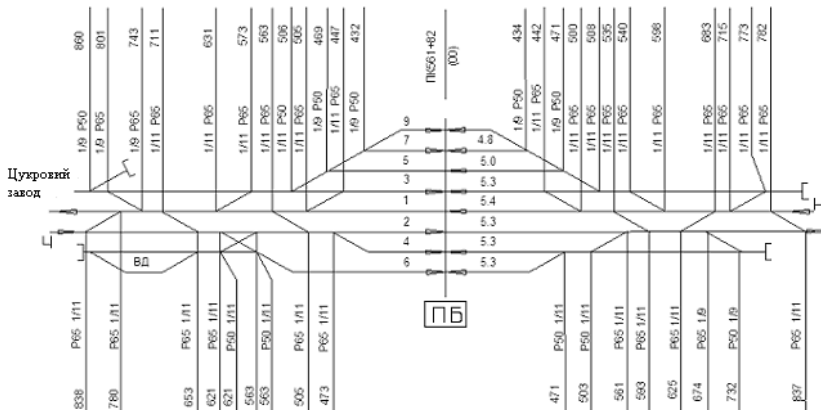
## Вариант 2



Вариант 3

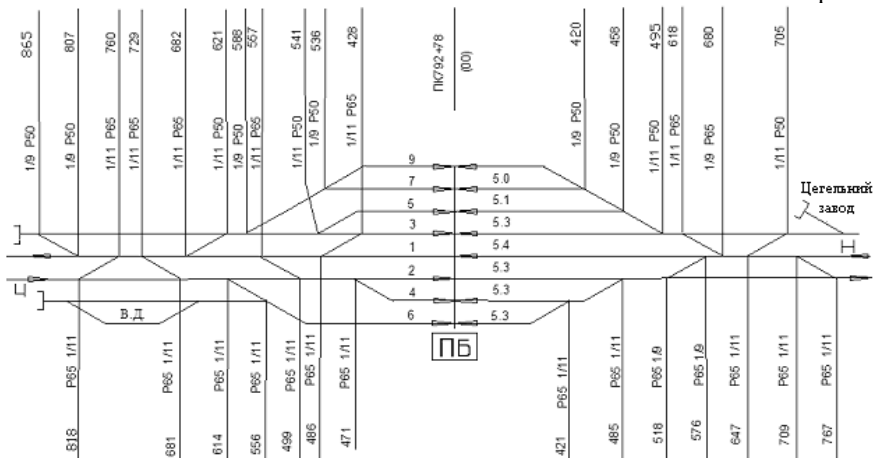


Вариант 4

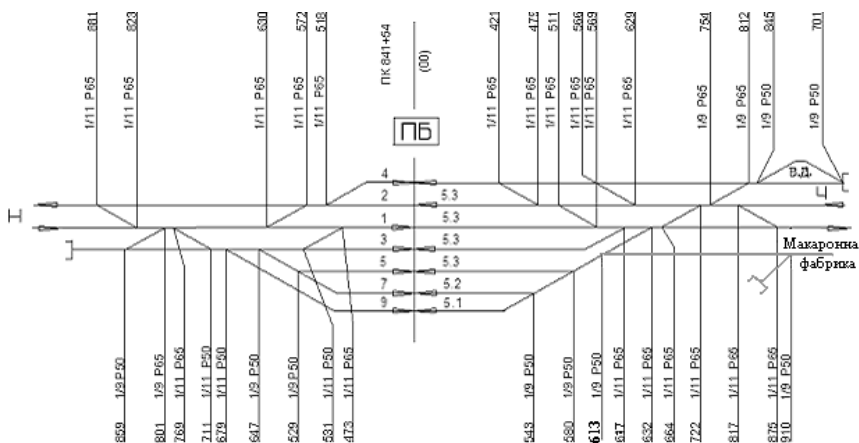




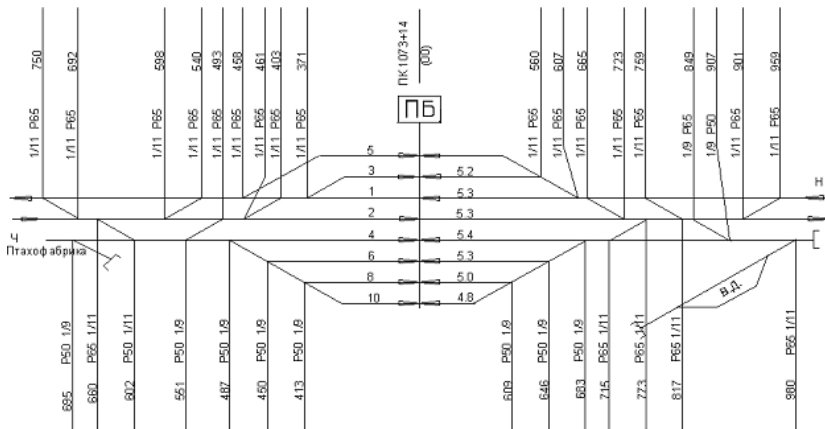
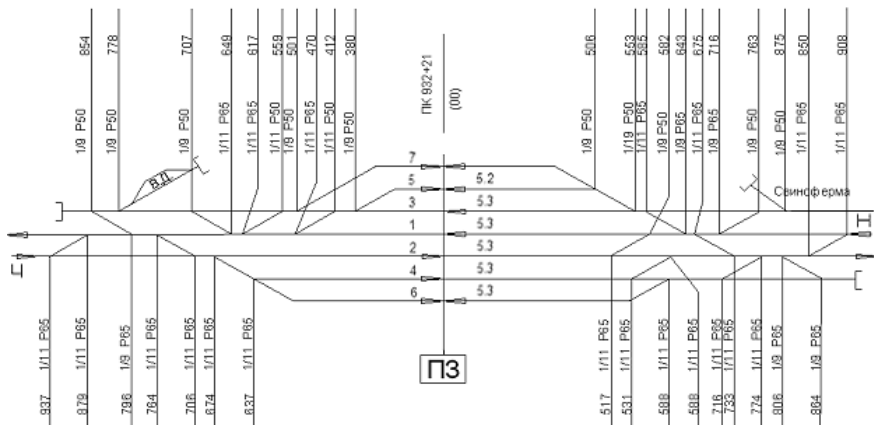
Вариант 7



Вариант 8







**Зразок оформлення титульного аркуша розрахунково-графічної роботи**

Міністерство транспорту та зв'язку України  
Державний економіко-технологічний університет транспорту

Кафедра телекомунікаційних технологій та автоматики

**РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНА РОБОТА**

з дисципліни: Системи автоматизованого проектування приладів і систем

Виконав: студент гр.

\_\_\_\_\_

(П.І.Б.)

\_\_\_\_\_

(номер варіанта)

Перевірів: \_\_\_\_\_

(П.І.Б.)

Київ - 2008

*Навчально-методичне видання*

**Ольга Вікторівна ШЕВЧЕНКО**  
**Анатолій Григорович КАРІКОВ**

**СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ  
ПРИЛАДІВ ТА СИСТЕМ**

Методичні вказівки

щодо організації лабораторних робіт і самостійної роботи студентів  
вищих навчальних закладів залізничного  
транспорту, що навчаються за спеціальностями:  
7.092507 «Автоматика та автоматизація на транспорті»

Відповідальні за випуск: О. В. Шевченко, Н.В. Щербак

Головний редактор О.В. Єміць  
Верстка В.О.Полічев

Підписано до друку 24.03.2009. Формат 60x 84/16.

Папір офсетний. Друк ризографія.

Зам. № 139-09. Наклад 70 прим.

---

Надруковано в Редакційно-видавничому центрі ДЕТУТ  
Свідоцтво про реєстрацію Серія ДК № 3079 від 27.12.2007 р.  
03049, м. Київ-049, вул. Миколи Лукашевича, 19.

