

**Міністерство освіти і науки України**  
**Центральноукраїнський національний технічний університет**

**Механіко-технологічний факультет**  
**Кафедра кібербезпеки та програмного забезпечення**

***Технології проектування комп'ютерних систем***

**методичні рекомендації до виконання самостійної роботи і контрольних  
робіт напряму підготовки 123 “Комп'ютерна інженерія”**

Затверджено  
на засіданні кафедри  
програмного забезпечення  
Протокол №2 від 2 вересня  
2021

**Кропивницький**  
**2021**

Технології проектування комп'ютерних систем (ТПКС): методичні вказівки до виконання лабораторних і контрольних робіт для студентів денної і заочної форми навчання напряму підготовки 123 “Комп'ютерна інженерія” /Укл. Буравченко К.О., О.К. Савеленко – Кропивницький: ЦНТУ, 2021. - 155 с.

Лабораторні та контрольні роботи з ТПКС розроблені на сучасному науково-методичному рівні. Відповідають вимогам до курсу практичного навчання студентів, у доступній формі викладені теоретичні відомості та описані практичні кроки оволодіння технологій проектування КС.

Призначається для використання в навчальному процесі та для самостійної роботи студентів денної та заочної форми навчання.

Укладачі: О.К. Савеленко, Буравчеко К.А.

Рецензент: Зав. кафедрою програмного забезпечення:

\_\_\_\_\_ О.А. Смірнов

## Зміст

|  |    |
|--|----|
| Вступ  | 4  |
| 1 Мета викладання навчальної дисципліни  | 6  |
| 2 Задачі вивчення навчальної дисципліни  | 7  |
| 3 Формат дисципліни  | 7  |
| 4 Результати авчання   | 7  |
| 5 Виконання самостійних робіт  | 9  |
| Самостійна робота №1. Проектування друкованої плати в інтерактивному режимі                                    | 9  |
| Самостійна робота №2. Декомпозиція проектної задачі об'єкту проектування по етапам проектування .....          | 15 |
| Самостійна робота № 3. Визначення структури даних ОП .....   | 22 |
| Самостійна робота №4. Розробити друковану плату с першої самостійної в середовищі EasyEDA.....                 | 26 |
| Самостійна робота №5. Розробка технічного завдання на рішення проектної задачі створення САПР/компонентів САПР | 32 |
| 6 Виконання контрольних робіт  | 36 |
| Контрольна робота №1.  | 36 |
| Контрольна робота №2.  | 44 |
| 7 Приклади тестових питань з дисципліни ТПКС   | 60 |
| 8 Додаток 1. Перелік варіантів для виконання лабораторної роботи № 1   | 62 |
| 9 Додаток 2. Технічне завдання (приклад оформлення)  | 67 |
| 10 Додаток 3. Індивідуальні варіанти для виконання лабораторної роботи №10                                     | 75 |
| 11 Додаток 4 Тематика для виконання самостійної роботи   | 76 |

## Вступ

Комп'ютеризація - один з найважливіших важелів науково-технічного прогресу. А вже кількість знову розроблювальних приладобудівними галузями промисловості виробів подвоюється кожні 15 років, а їх складність - кожні 10 років, вимоги до термінів і якості розробок безупинно ростуть.

Ще кілька десятиліть тому виникаючі проблеми вирішувалися за рахунок постійно збільшуваної кількості інженерно-технічного персоналу і, частково, за рахунок рішення задач підвищення продуктивності праці проектувальників. Такий екстенсивний шлях розвитку продуктивності неефективний, про це говорять наступні факти: у світі продуктивності праці за останні 100 років у виробництві зросла в середньому на 100%, а в проектуванні - на 20%.

Впровадження засобів обчислювальної техніки (ЗОТ) у практику проектування на системній основі, створення систем автоматизованого проектування дозволяють усунути ці протиріччя.

Застосування математичних методів і ЗОТ на всіх етапах створення і серійного випуску виробів електронної техніки (ВЕТ) і радіоелектронної апаратури (РЕА) дає значний економічний ефект, найбільша ефективність застосування ЗОТ досягається при системному підході до розв'язуваної проблеми.

Автоматизоване проектування - це процес або сукупність заходів, спрямованих на виконання проектних рішень за допомогою комп'ютера з раціональним розподілом функцій між людиною (проектувальником) і комп'ютерною технікою. Мета автоматизації проектування: підвищення якості; зниження матеріальних витрат; скорочення засобів проектування; зменшення або ліквідація росту числа проектувальників; підвищення їх продуктивності праці.

Дисципліна «Технології проектування комп'ютерних систем» (ТПКС) відноситься до циклу професійної та практичної підготовки фахівців (блок нормативних дисциплін) за напрямом підготовки «Комп'ютерна інженерія». Вона орієнтована на прикладні аспекти і охоплює питання, пов'язані з розробкою та застосуванням систем автоматизованого проектування КС.

Рейтингова система оцінювання (РСО) є невід'ємною складовою робочої навчальної програми і передбачає визначення якості виконання студентом усіх видів аудиторної та самостійної навчальної роботи та рівня набутих ним знань та вмінь шляхом оцінювання в балах результатів цієї роботи під час поточного, модульного та семестрового контролю (з наступним переведенням оцінки в балах у оцінки за традиційною національною шкалою).

## **1 Мета викладання навчальної дисципліни**

Дисципліна «Технології проектування комп'ютерних систем» призначений для набуття теоретичних знань стосовно: тенденцій розвитку САПР; основних термінів та визначень; принципів побудови та функціонування САПР; методів, алгоритмів та програм моделювання на усіх рівнях проектування комп'ютерних систем; проведення порівняльного аналізу; методів пошуку оптимальних рішень, формування у студентів базових теоретичних знань та практичних навичок.

Завданнями дисципліни є набуття здобувачами таких програмних компетентностей:

- Z2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;
- Z3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- Z7. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми;
- P5. Здатність використовувати засоби і системи автоматизації проектування до розроблення компонентів комп'ютерних систем та мереж.
- P6. Здатність проектувати, впроваджувати та обслуговувати комп'ютерні системи та мережі різного виду та призначення.

- P8. Готовність брати участь у роботах з впровадження комп'ютерних систем та мереж, введення їх до експлуатації на об'єктах різного призначення;

- P12. Здатність ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу програмно-технічних засобів, комп'ютерних систем та їхніх компонентів шляхом використання аналітичних методів і методів моделювання.

- P14. Здатність проектувати системи та їхні компоненти з урахуванням усіх аспектів їх життєвого циклу та поставленої задачі, включаючи створення, налаштування, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію.

## **2 Задачі вивчення навчальної дисципліни**

Задачею вивчення навчальної дисципліни є формування у студентів системного мислення; навичок використання комп'ютера, як засобу автоматизованого проектування ЗОТ; застосування сучасних комп'ютерних технологій для реалізації задач створення систем автоматизованого проектування та проектування ЗОТ та їх супроводження в процесі експлуатації; засвоєння знань, навичок та вмінь, необхідних інженеру під час практичної діяльності на підприємстві за фахом в сучасних ринкових умовах для вирішення фахових питань.

На базі здобутих під час вивчення дисципліни ТПКС знань та вмінь, фахівцем вирішуватимуться основні професійні задачі, що потребують розуміння принципів автоматизованого проектування, розробки власних систем автоматизованого проектування ЗОТ та застосування наявних на ринку програмних продуктів систем автоматизованого проектування для розробки ЗОТ

Курс ТПКС охоплює ключові розділи побудови та подальшого розвитку систем автоматизованого проектування виробів електронної техніки на рівні передових досягнень науки в даній сфері.

### **3 Формат дисципліни**

Для денної форми навчання:

Викладання курсу передбачає для засвоєння дисципліни традиційні лекційні заняття із застосуванням мультимедійних презентацій, у поєднанні з лабораторними заняттями.

Формат очний (Face to face)

Для заочної форми навчання;

Під час сесії формат очний (Face to face), у міжсесійний період – дистанційний (online).

### **4 Результати навчання**

У результаті вивчення навчальної дисципліни “Структурне програмування” студент буде:

знати

– N1. розуміти наукові положення, що лежать в основі функціонування комп’ютерних засобів, систем та мереж.

– N2. мати навички проведення експериментів, збирання даних та моделювання в комп’ютерних системах.

– N5. мати знання основ економіки та управління проектами.

вміти

– N6. застосовувати знання для ідентифікації, формулювання і розв’язування технічних задач спеціальності, використовуючи методи, що є найбільш придатними для досягнення поставлених цілей.

– N7. вміти розв’язувати задачі аналізу та синтезу засобів, характерних для спеціальності.

– N11. вміти здійснювати пошук інформації в різних джерелах для розв’язання задач комп’ютерної інженерії.

– N16. вміти оцінювати отримані результати та аргументовано захищати прийняті рішення.

Набути навичок автономії і відповідальності:

– N20. Усвідомлювати необхідність навчання впродовж усього життя з метою поглиблення набутих та здобуття нових фахових знань, удосконалення креативного мислення.

– N21. Якісно виконувати роботу та досягати поставленої мети з дотриманням вимог професійної етики.



## 5. Виконання самостійної роботи

### Самостійна робота № 1

**Тема:** Проектування друкованої плати в інтерактивному режимі.

**Мета:** Ознайомлення з процесом проектування типового представника ЗОТ, схемами електричними принциповими, методикою трасування друкованих плат в інтерактивному режимі та вимогами до об'єкту проектування ОП.

#### Теоретичні відомості.

Впровадження систем автоматизованого проектування різного напрямку та рівня докорінним чином змінило процес синтезу топології, проте не виключило необхідність втручання людини в процес проектування як частково, так і в повному обсязі. Створення повністю автоматичних САПР одного з найбільш трудомістких етапів проектування виробів ЗОТ – трасування, є питанням, що буде вирішено в недалекому майбутньому. Провідна роль в створенні таких САПР належить конструкторам САПР – програмістам та системним програмістам.

Але для розробки дійсно ефективного та точного програмного забезпечення в цьому напрямку необхідні знання самого ОП, процесу проектування та обмежень, які формалізовані та є необхідним атрибутом процесу проектування ОП. Саме ці питання мають засвоїти студенти у процесі виконання першої лабораторної роботи. Лабораторна робота №1 є основою для виконання схеми послідуєчих лабораторних робіт з курсу дисципліни ТПКС.

Інтерактивний режим розробки топології по суті є традиційним (ручним) режимом роботи проектувальника. Іноді використовуються ПЕОМ як електронний кульман, але суть процесу проектування залишається в цьому випадку незмінною – ручною.

Інтерактивний режим розробки топології широко розповсюджений з огляду на ряд переваг, одною з яких є використання евристичних прийомів. Цей метод забезпечує високу щільність укладання трас, близьку до

оптимальної. Недолік – необхідність дійсно високої кваліфікації проектувальника та великі втрати часу. Індивідуальний стиль проектувальника також накладає відбиток на проект (суб'єктивний фактор), а це може утруднити стиковку з другими підсистемами САПР.

Крім цього інтерактивний режим може порушити єдину методологію САПР, проте є самим ефективним при навчанні майбутніх проектувальників та при дослідженні і вивченні самого процесу проектування з'єднань між елементами на печатній платі з ціллю подальшої автоматизації цього процесу.

При виконанні трасування з'єднань використовується дискретний монтажний простір у вигляді координатної сітки, вигляд якої представлений у відповідності з рисунком 1.1.

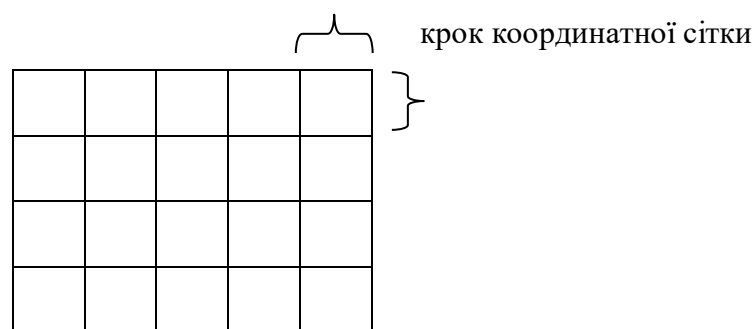


Рисунок 1.1 - Дискретний монтажний простір у вигляді координатної сітки

Крок координатної сітки може мати будь-яке числове значення від 0.1 мм до  $N$  мм, проте найбільше використовуються (рекомендуються для використання) значення: 1,25 мм та 2,5 мм.

При виконанні проектної процедури трасування, необхідно враховувати ряд формалізованих обмежень, які умовно виділені в три групи:

- 1) метричні обмеження – це:
  - фіксовані розміри компонентів;
  - ширина друкованих провідників;

- мінімально допустимі відстані між різними елементами конструкції і друкованими провідниками;

- габаритні розміри конструкції;

2) топологічні обмеження:

- заборонено розміщення трас в заданих областях монтажного простору;

- заборонене пересічення різних з'єднань;

- вимоги електричного об'єднання визначених контактів (схемою електричною принциповою);

3) конструкторсько-технологічні обмеження (КТО):

- допущення на розміри в кресленні;

- заборона самопересіків контурів у кресленнях;

- заборона недопустимих (зазвичай не кратних 90 град.) кутів печатних провідників;

- однозначна можливість розширення чи стиснення контурів печатної плати (ці дані необхідні при виготовленні фотошаблонів);

- установочні розміри радіоелементів згідно ДСТУ.

Процес монтажно-комутаційного проектування умовно можливо поділити на два послідовно виконуємих етапи. На першому етапі виконується попередній варіант розміщення компонентів і з'єднань, які відповідають топологічним обмеженням.

На другому етапі попередній варіант розміщення трансформується в реалізовану монтажну схему, яка відповідає топологічним обмеженням та КТО. Установочні розміри електрорадіоелементів (ЕРЕ) визначаються згідно стандартів та довідників радіолюбителів. Перелік використовуємих ЕРЕ приводиться на фрагментах схем електричних принципових, які видаються студентам по варіантах. Приклад виконання проектної процедури трасування з'єднань приведений на рисунках 1.2а та 1.2б.

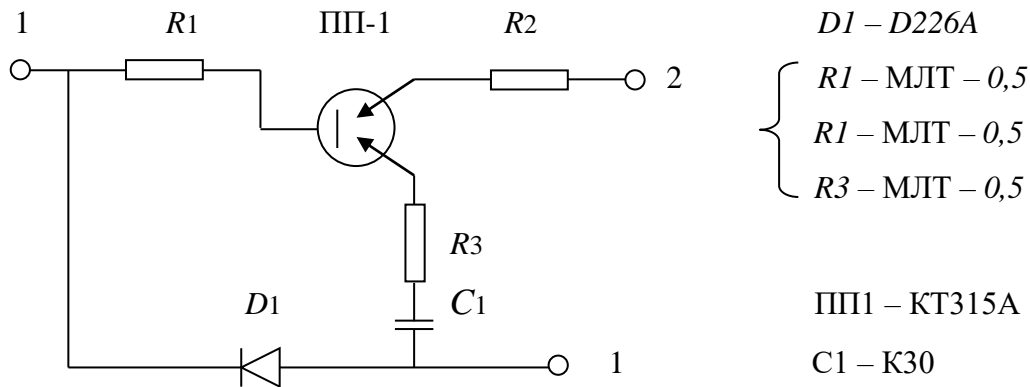


Рисунок 1.2а - Фрагмент схеми електричної принципової

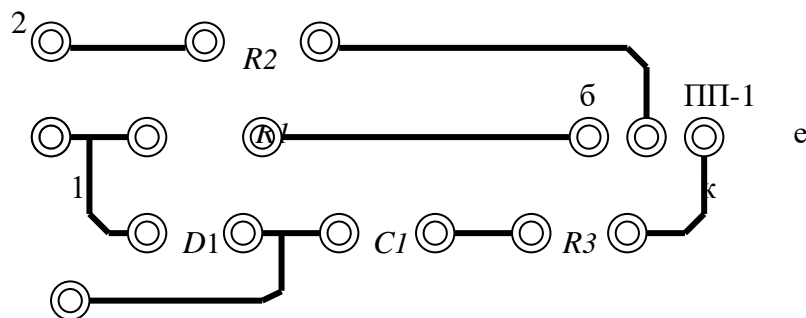


Рисунок 1.2б - Креслення трасування з'єднань, виконане згідно схеми (рисунок 1.2а)

Крок координатної сітки 2,5 мм. Металізовані площадки навколо отворів під виводи ЕРЕ визначаються розрахунками:

- діаметр виводу ЕРЕ + 0,2мм (допуск) + 1мм (металізація – мінімальне значення).

Наприклад, діаметр виводу опору МЛТ – 0,125 – 0,5мм. Таким чином, металізована площадка навколо отвору буде мати діаметр:

$$0,5 + 0,2 + 1 = 1,7 \text{ мм}$$

З ціллю уніфікації приймаємо значення 2 мм.

### Завдання до самостійної роботи.

1. Об'єкт проектування – друкована плата. Схема електрична принципова згідно варіанту (надається в додатку до методичних вказівок).
2. Визначити конкретні метричні, топологічні та конструкторсько-технологічні обмеження до ОП.
3. Сформуванати технічні вимоги до креслення.

4. Сформувати технічне завдання на виконання трасування з'єднань друкованої плати.
5. По фрагменту схеми електричної принципової (згідно варіанта) виконати в інтерактивному режимі трасування з'єднань ЕРЕ ОП.
6. Розробити схему логічних операцій процесу проектування ОП.

### **Зміст звіту.**

1. Назва роботи та її мета.
2. Привести визначені метричні, топологічні та конструкторсько-технологічні обмеження, технічні вимоги до креслення.
3. Виконати креслення схеми електричної принципової.
4. Виконати креслення трасування з'єднань ОП.
5. Розробити та навести блок-схему логічних операцій процесу проектування ОП.

### **Контрольні запитання.**

1. Що таке інтерактивний режим проектування ОП?
2. Які ви знаєте обмеження, що підлягають врахуванню при розробці друкованої плати?
3. Що таке топологічні обмеження?
4. Що таке метричні обмеження?
5. Що таке конструкторсько-технологічні обмеження?
6. Чому технічне завдання на проектування завжди не точне?
7. В чому полягає постановка задачі на проектування?

### **Література.**

1. Ильин В.Н. Основы автоматизации проектирования схемотехники. М.: Энергия, 1979.
2. Казеннов Г.Г., Сердобинцев Е.В. Проектирование топологии матричных БИС, М.: "Высшая школа", 1990.

3. Савеленко О.К., Якименко Н.М., Колодочкіна А.В., Сорокін В.В. Технології проектування комп'ютерних систем, навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів.-Кропивницький: Лисенко В.Ф., 2017.-308 с.

4. Конспект лекцій з дисципліни «Технології проектування комп'ютерних систем» (ТПКС) , Кіровоград, КНТУ, 2012

## Самостійна робота №2

**Тема:** Декомпозиція проектної задачі об'єкту проектування по етапах проектування.

**Мета:** Вивчення методики проведення декомпозиції проектної задачі по етапах проектування на рівні деталізації.

### Теоретичні відомості

Для логічного процесу творчості, а процес проектування саме і є таким, характерна декомпозиція – розбиття задачі на складові частини. Процес декомпозиції став можливим при системному підході до вивчення та дослідження об'єкту проектування (майбутнього вибору).

Об'єкт проектування при системному підході розглядається, як деяка система, що поділяється на підсистеми більш низького рівня, одержані підсистеми в свою чергу поділимо на підсистеми більш низького рівня і т.д. поки не досягнемо рівня деталізації – простих підсистем, що складаються з одного елемента  $\alpha$ . Внутрішня структура такого елемента не є цікавою для рішення задач визначеного рівня, однак її властивості впливають на інші підсистеми і систему в цілому. Наприклад, при проектуванні радіоелектронних схем, елементами є мікросхеми та другі вироби електронної техніки. Однак, при проектуванні мікросхем, елементами є окремі транзистори, діоди і т.д.

Кожна система, в свою чергу, є підсистемою системи більш високого рівня, а та – підсистемою системи іще більш високого рівня. Очевидно, що повністю побудована ієрархія системи утримує безмежну кількість систем і підсистем. Проте, при рішенні технічної задачі немає необхідності будувати всю ієрархію систем, до неї потрібно включити тільки системи та підсистеми на два рівня вище і нижче вихідного, які істотно зв'язані з проектною.

Сучасне проектування, в процесі якого використовуються ПЕОМ, спирається на відроблену технологію проектування. Це дозволяє

впорядкувати інформацію, яка використовується по вертикалі (у відповідності з логічною схемою побудови проекту) та по горизонталі (у відповідності з системним зв'язком між елементами задачі, що підлягає рішенню).

Як правило, декомпозицію проектних задач виконують по рівнях та етапах проектування.

Декомпозиція технічного об'єкту по рівнях рекомендується при проектуванні комплексних систем, які налічують декілька складних систем. Декомпозиція проектної задачі по етапах проектування рекомендується для складних систем і дозволяє досягнути рівня деталізації (простих систем).

Можна виділити такі рівні декомпозиції:

- системний – узагальнений опис призначення ОП та його зв'язків з урахуванням тих змін, які ОП внесе в навколишнє середовище;

- архітектурний – опис структури ОП;

- функціональний – опис законів функціонування підсистем ОП;

- конструктивний – детальний вибір та опис всіх елементів ОП та етапи декомпозиції:

- формування задачі, визначення напрямку пошуку;

- попереднє проектування : вибір і обґрунтування варіанту рішення;

- ескізне проектування: інженерний синтез – моделювання і оптимізація;

- технічне проектування: виготовлення робочої документації;

- уточнення рішення задачі: корекція по результатах випробувань та етапи декомпозиції:

- формування технічної задачі та визначення напрямку пошуку. На цьому етапі уточнюється ТЗ, виконується постановка задачі, визначається коло пошуку технічного рішення;

- попереднє проектування (пошукове). Вибір та обґрунтування варіанту рішення ;

- ескізне проектування: інженерний синтез (моделювання і оптимізація проектного рішення);



- технічне проектування: виготовлення робочої документації проекту;
- оцінка проекту. Прийняття рішення;
- уточнення рішення задачі: корекція технічної документації по результатах випробувань експериментального зразка;
- прийняття технічного рішення.

Однак, і при декомпозиції по етапах проектування, і при декомпозиції по рівнях проектування однотипність та інваріантність використаних проектних процедур зберігається. Тільки із-за відмінної ступені деталізації проектних рішень, якщо порівнюємо декомпозицію по етапах проектування з декомпозицією по рівнях проектування, використовуються різні методи моделювання, оцінки та вибору проектних рішень.

На архітектоніку процесу проектування впливають також наступні фактори: історично складений досвід проектної організації, творчий почерк генерального конструктора, особливості конструкції і експлуатаційних характеристик майбутнього вибору і т.д.

Процес декомпозиції рекомендується виконувати по кількісним параметрам (по числу компонентів на печатній платі) або по ступені докладного розгляду параметрів майбутнього виробу (макромоделювання реєстрів, вузлів і т.д.).

Приклади типових блок – схем алгоритмів наведені у відповідності з рисунками 1.1, 1.2.

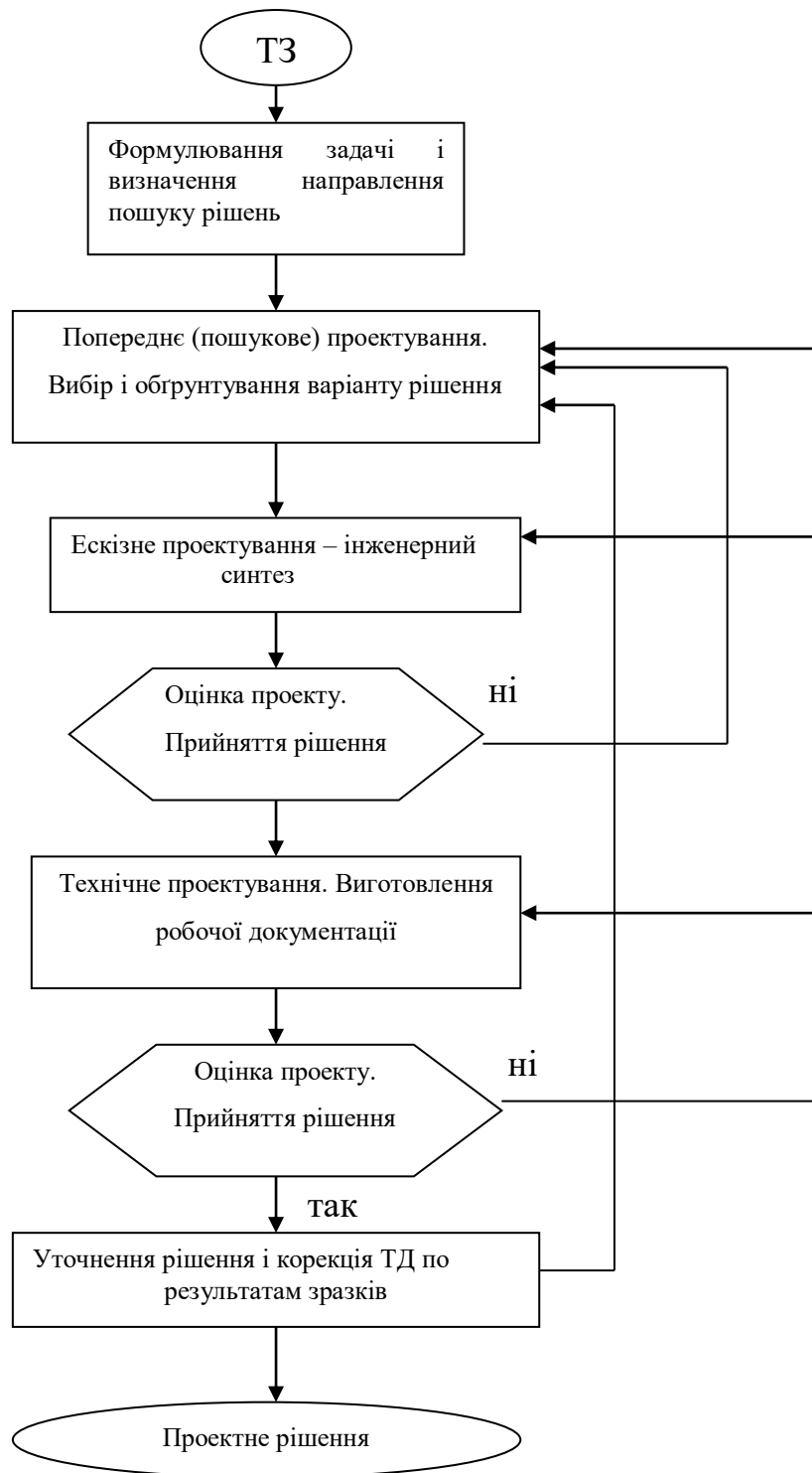


Рисунок 1.1 – Типовий алгоритм процесу проектування по етапах проектування ОП

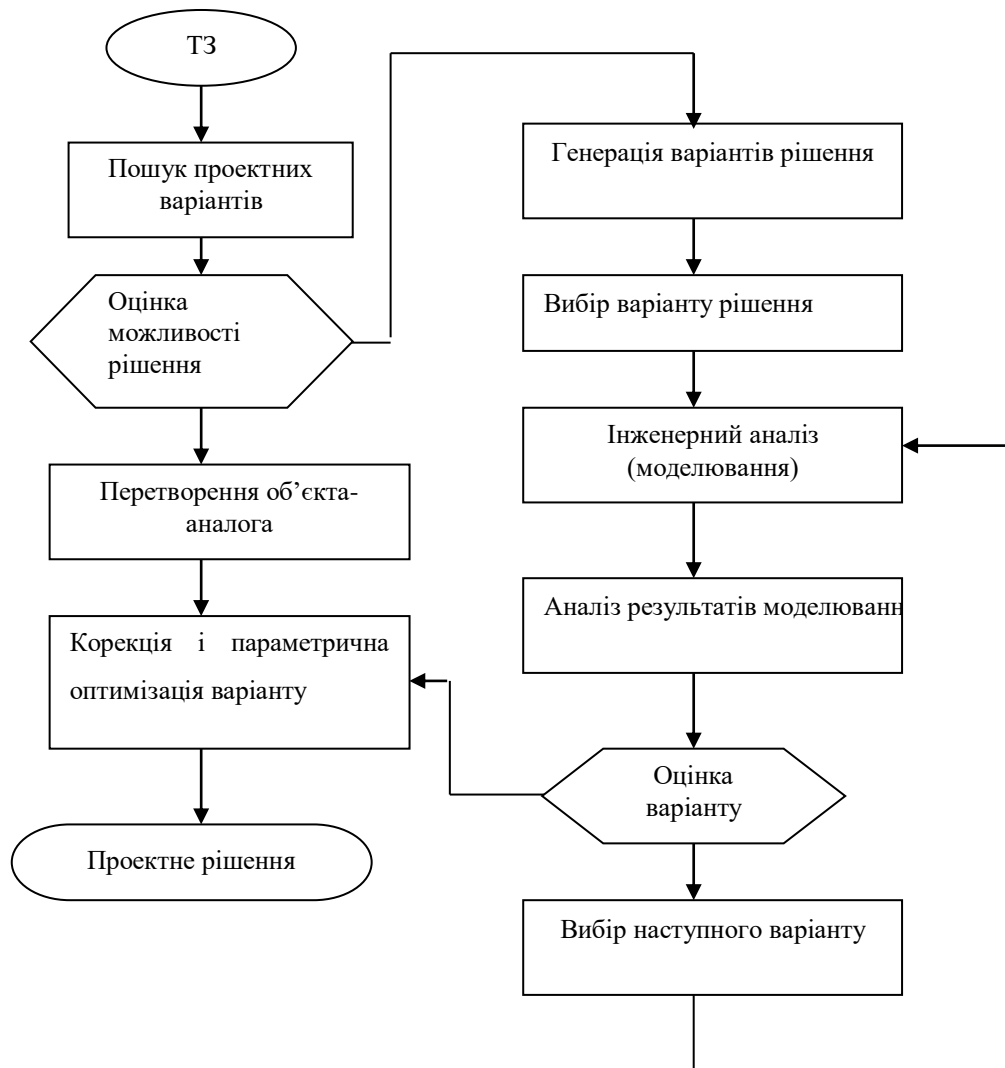


Рисунок 1.2 – Типовий алгоритм процесу проектування по рівнях проектування ОП

### Завдання

1. Виконати декомпозицію проектної задачі по етапах та рівнях проектування на рівні деталізації.
2. Розробити технічне завдання на розробку програмного забезпечення системи інтерактивного проектування друкованої плати згідно зразка (Додаток 3).

### Зміст звіту

1. Назва роботи та її мета.
2. Технічне завдання.
3. Постановка задачі.

4. Алгоритм декомпозиції проектної задачі на проектування печатної плати. Використати стандартну схему декомпозиції проектної задачі на першому кроці алгоритму, яка надається на рисунку 1.3.

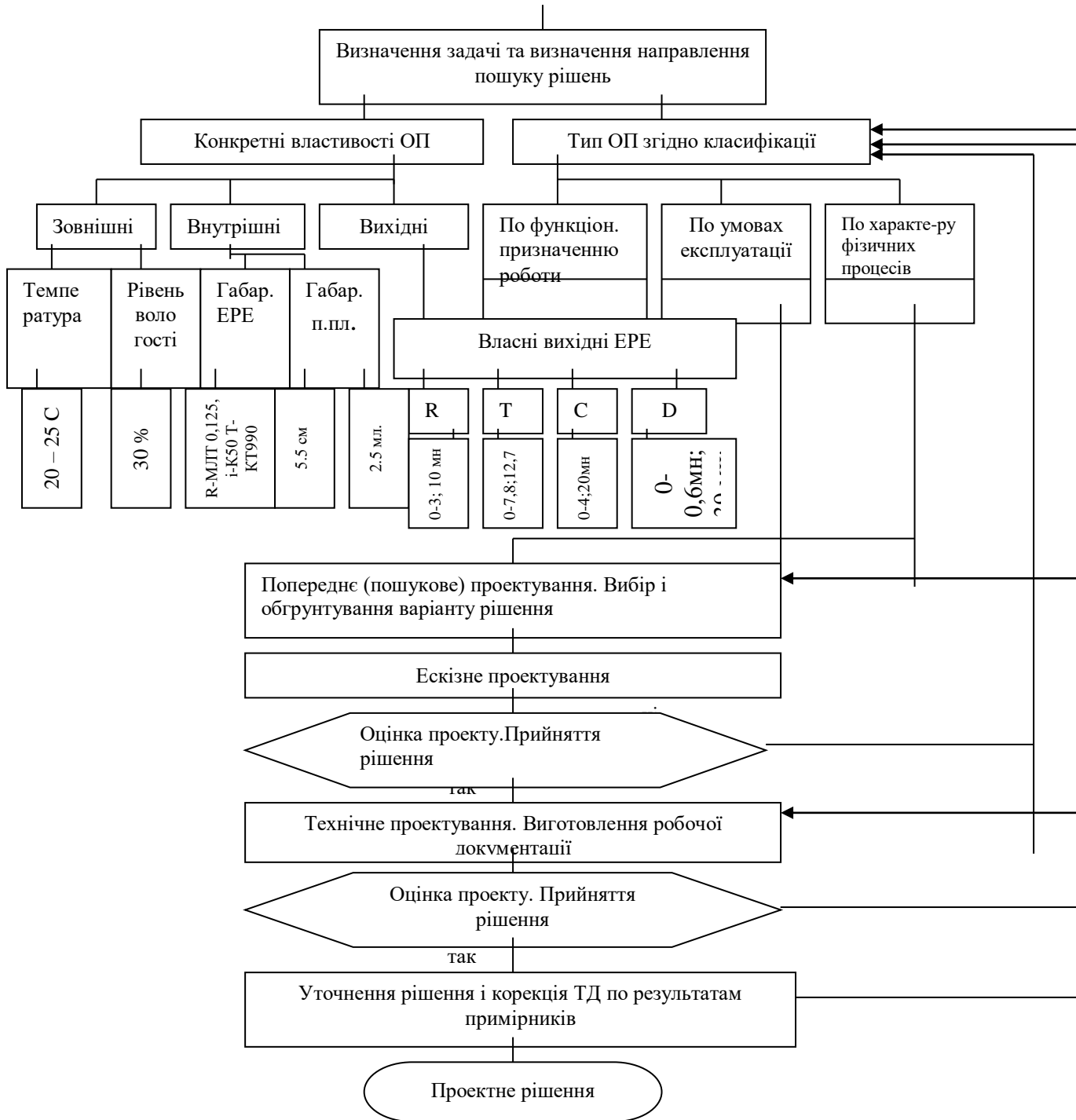


Рисунок 1.3 - Декомпозиція проектної задачі на першому кроці алгоритму.

5. Навести скорочений опис кожного етапу та рівня проектування.

## Контрольні запитання

1. Що таке декомпозиція ?
2. Які Ви знаєте рівні декомпозиції ?
3. Які Ви знаєте етапи декомпозиції ?
4. Чим відрізняється етап від рівня декомпозиції ?
5. Які фактори впливають на архітектоніку проектування ?
6. Які кількісні параметри процесу декомпозиції Ви знаєте ?

## Література

1. Г.Г. Казеннов, А.Г. Соколов. Принципы и методология построения САПР БИС, вып.1, М.: “Высшая школа”, 1990.
2. А.И. Петренко, О.И. Семенов. Основы построения САПР, М.: “Высшая школа”, 1989.
3. Савеленко О.К., Якименко Н.М., Колодочкіна А.В., Сорокін В.В. Технології проектування комп'ютерних систем, навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів.-Кропивницький: Лисенко В.Ф., 2017.-308 с.
4. Конспект лекцій з дисципліни «Технології проектування комп'ютерних систем» (ТПКС) , Кіровоград, КНТУ, 2012

## Самостійна робота № 3

**Тема:** Визначення структури даних ОП.

**Мета:** Формування у студентів практичних навичок з питань формалізації та визначення структури даних ОП для подальшого процесу автоматизації проектної процедури.

### Теоретичні відомості

Об'єкт проектування (ОП) – це неіснуюча ще в природі технічна система, яка має технічний опис або технічне завдання. З поняттям ОП нерозривно пов'язане поняття формалізація ОП.

Формалізація – від латинського *formalis* – побудований по формі. Це метод подання теорії як зчислення шляхом заміни усіх змістовних стверджень групою символів – формулою або ланцюжком формул, де кожна наступна логічно впливає з попередньої.

Для проведення формалізації необхідно провести класифікацію ОП для виявлення структури даних. Перший крок – класифікація ОП по ознакам:

- 1) по фізичних принципах роботи:
  - радіоелектронні;
  - механічні;
  - обчислювальні;
  - гідравлічні і т.д.;
- 2) по умовах експлуатації:
  - космічні;
  - наземні;
  - тропічні;
  - високогірні;
  - морські;
- 3) по характеру основних фізичних процесів:
  - неперервні;

- дискретні;
- 4) по конструкторсько-технологічних ознаках:
  - виріб;
  - процес.

Продовжуючи класифікацію по ієрархії ОП, можна поділити на системи та елементи.

До параметрів системи відносяться: вартість, продуктивність, габаритні розміри, вихідні та вхідні експлуатаційні характеристики.

До параметрів елементів відносяться:

- вихідні параметри – це кількісні показники, що характеризують функцію, яку буде виконувати ОП. Наприклад: транзистор має забезпечити заданий коефіцієнт передачі по струму, діод –  $p-n$  - провідність, САПР – кількість печатних плат, що проектуються і т.д.;

- внутрішні параметри – це параметри складових ОП. Наприклад: для печатної плати – це геометричні розміри електрорадіоелементів та її номінали (вихідні параметри);

- зовнішні параметри – це параметри зовнішнього, по відношенню до ОП, середовища. Це діапазон температур, рівень вологості повітря, радіаційний фон і т.д., які можуть впливати на роботу ОП (в цьому випадку - це одна з незалежних змінних, що суттєво впливає на вибір типу ММ та методу її опису).

Загальний взаємозв'язок між параметрами елементів можливо показати наступним чином. Введемо позначення:

$Y (y_1, y_2, \dots, y_n)$  – вектор вихідних параметрів;

$X (x_1, x_2, \dots, x_n)$  – вектор внутрішніх параметрів;

$Q (q_1, q_2, \dots, q_n)$  – вектор зовнішніх параметрів.

Тоді:

$$Y = F(X, Q)$$

Конкретний вигляд формули визначається структурою складових ОП. Одержана залежність має відношення до кожного етапу (рівня)

проектування, тому що кожний ОП описується математичною моделлю, що являється формалізованою проектною процедурою.

### **Завдання до самостійної роботи**

1. Розробити технічне завдання (ТЗ) на виконання завдання. ОП – друкована плата (лабораторна робота № 1).
2. Розробити постановку задачі на визначення структури даних ОП.
3. Визначити конкретні властивості ОП, які впливають на вихідні параметри майбутнього виробу.
4. Провівши класифікацію ОП, визначити тип ОП:
  - по фізичних принципах роботи;
  - по умовах експлуатації;
  - по характеру основних фізичних процесів;
  - по конструкторсько-технологічних ознаках.Визначити параметри елементів:
  - вихідні;
  - внутрішні;
  - зовнішні.
5. Вивести загальний взаємозв'язок між вихідними, внутрішніми та зовнішніми параметрами (формалізувавши процедуру).
6. Визначити параметри ОП.
7. В алгоритм декомпозиції на етапі “Постановка задачі” ввести вищезазначені реквізити.

### **Зміст звіту**

1. Назва роботи та її мета.
2. Технічне завдання.
3. Постановка задачі.
4. Перелік конкретних властивостей ОП, що впливають на вихідні характеристики системи.



5. Тип ОП.
6. Параметри елементів.
7. Формула та розрахунки взаємозв'язку між вихідними, внутрішніми та зовнішніми параметрами.
8. Параметри ОП.
9. Блок-схема алгоритму декомпозиції (етап “Постановка задачі”).

### **Контрольні запитання**

1. Означити сутність поняття формалізація ОП.
2. Як визначити тип ОП?
3. Які параметри елементів Ви знаєте?
4. Як визначаються параметри елементів?
5. Як визначається взаємозв'язок між параметрами елементів?
6. Як визначити параметри ОП?
7. Чому необхідне визначення структури даних ОП?
8. На якому етапі процесу проектування визначається структура даних ОП?

### **Література**

1. Г.Г. Казеннов, А.Г. Соколов. Принципы и методология построения САПР БИС, вып.1, М.: “Высшая школа”, 1990.
2. А.И. Петренко, О.И. Семенов. Основы построения САПР, М.: “Высшая школа”, 1989.
3. Савеленко О.К., Якименко Н.М., Колодочкіна А.В., Сорокін В.В. Технології проектування комп'ютерних систем, навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів.-Кропивницький: Лисенко В.Ф., 2017.-308 с.
4. Конспект лекцій з дисципліни «Технології проектування комп'ютерних систем» (ТПКС) , Кіровоград, КНТУ, 2012

## Самостійна робота №4

**Тема:** Розробити друковану плату с першої самостійної в середовищі EasyEDA.

**Мета:** Навчитися самостійно працювати в середовищі EasyEDA.

### Теоретичні відомості

Система автоматизованого проектування (САПР) під назвою EasyEDA-це безкоштовний веб-інструмент для введення описів принципових схем, трасування друкованих плат та електронного моделювання. Найціннішою рисою хмарних або веб-орієнтованих засобів розробки є те, що вони запускаються на віддаленому сервері (не потрібно дбати про встановлення на локальних машинах), завжди підтримуються в актуальному стані та доступні з будь-якого місця, де є Інтернет. EasyEDA – не вимагає інсталяції хмарне додаток для автоматизації проектування електронних пристроїв. Все що вам потрібно, щоб почати малювати схеми, запускати SPICE-моделювання, конструювати плати і навіть розміщувати замовлення на виробництво – це веб-браузер і підключення до Інтернету.



Рисунок 1 EasyEDA дозволяє безкоштовно малювати принципові схеми, виконувати SPICE моделювання і розводити друковані плати

Повний список можливостей EasyEDA можна знайти на веб-сайті:

[hidepost]EasyEDA [/hidepost]

## Введення описів схем:

Процес навчання малюванню принципових схем проходив у мене виключно легко і приємно. Схеми виглядають дуже ефектно, і можуть бути збережені у форматі PDF файлу зображення або масштабованої векторної графіки SVG). Приклад використання редактора принципових схем показаний нижче.

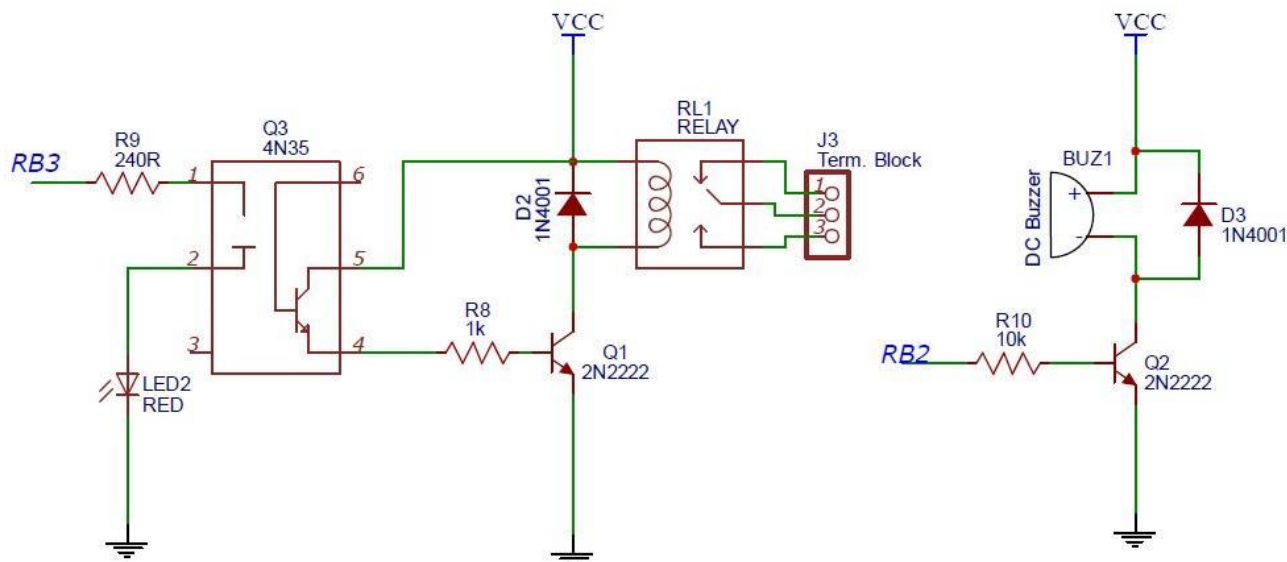


Рисунок 2 Принципова схема, намальована за допомогою EasyEDA

## Пошук компонентів:

На додаток до стандартного набору бібліотек компонентів, зображених у лівій частині вікна редактора введення принципових схем, EasyEDA надає потужний інструмент пошуку, який запускається клацанням на посиланні [Більше Бібліотеки \(Інші Бібліотеки\)](#) внизу вікна редактора. Ввівши потрібну назву, ви можете отримати список всіх співпадінь, знайдених під час пошуку в базі даних, що містить понад 100,000 компонентів, зібраних з усіх доступних в Інтернеті відкритих бібліотек Kicad і Eagle. Це означає, що з допомогою платформи EasyEDA ви отримуєте простий доступ до тисяч компонентів Eagle, наданих Sparkfun, Seeeds, Adafruits і багатьма іншими. Чи Не правда, дуже корисна функція? Якщо якогось елемента ви не знайшли, у вас є можливість створити його самостійно. Як? Дивіться навчальну сторінку:

[hidepost] EasyEDA [/hidepost]

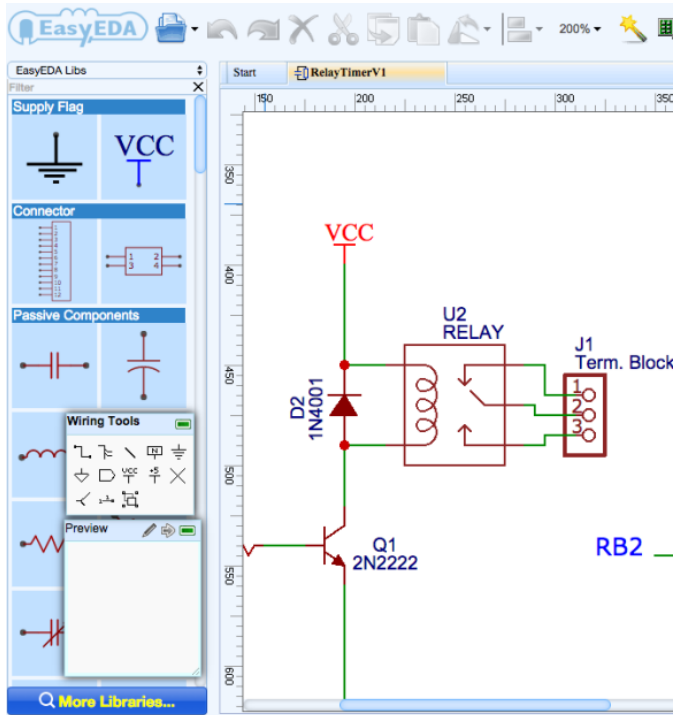


Рисунок 3 EasyEDA надає доступ до тисяч відкритих бібліотек Kicad і Eagle

Search results for **max7219**

System Component (11)    User Component (2)   

**DRIVER-MAX7219CNG+(DIP24-7.62MM)** (Footprint/Package: DIP24-2.54-30.6X7.62MM)

♥ 1    📌 0

| Parameters   | Value                          |
|--------------|--------------------------------|
| Manufacturer | Maxim Integrated               |
| PricePCS     | 12                             |
| Pins         | 24                             |
| Description  | DIP IC DRIVER LED DISPLAY 8DGT |

**MAX7219** (Footprint/Package: DIL24)

♥ 0    📌 0

Рисунок 4 Пошук компонентів у сторонніх джерелах дуже простий і не вимагає додаткової установки бібліотек

Доступ до суспільних проектів: EasyEDA надає простий доступ до відкритих файлів проектів, наданих приватними особами або компаніями-виробниками відкритих платформ, таких, наприклад, як Seedstudio.

Робочі файли для цих проектів можна відкривати онлайн одним кліком миші, а потім редагувати їх, щоб внести будь-які зміни, які вам можуть знадобитися.

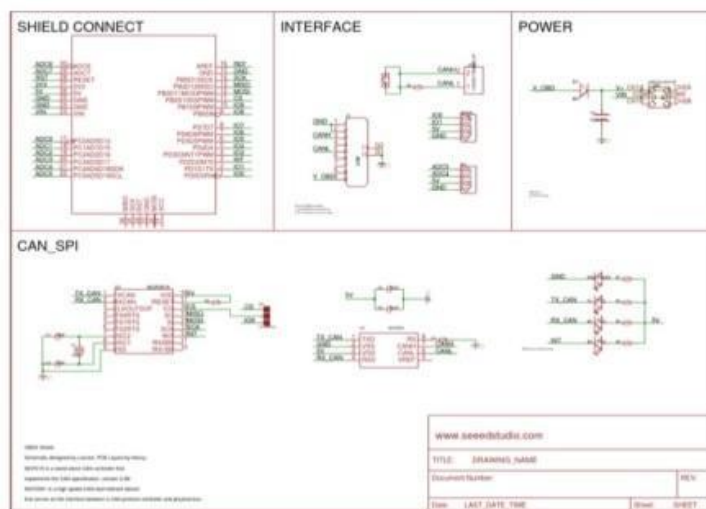
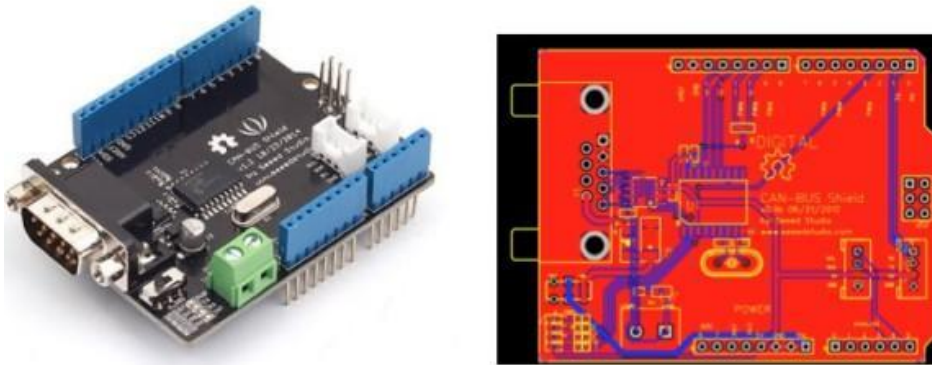


Рисунок 5 Простий доступ до відкритих файлів проектів, наданим іншими розробниками.

**Фото режим:**

Ця функція, що дозволяє побачити, як могла б виглядати виготовлена плата, мені теж дуже сподобалася. У вас є можливість вибору різних кольорів друкованої плати, у відповідності з кольором паяльної маски, який ви збираєтеся вказати при замовленні.

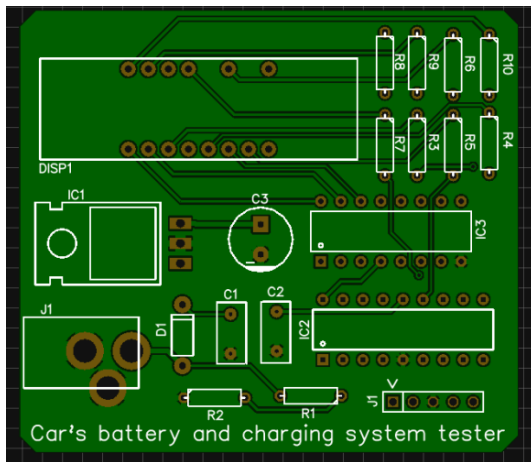


Рисунок 6 Фото режим дає уявлення про те, як буде виглядати виготовлена плата

### **Замовлення друкованих плат:**

Завершивши роботу над проектом, ви можете за конкурентоспроможною ціною замовити виготовлення своїх друкованих плат прямо з інтерфейсу EasyEDA, що може бути дуже корисно для новачків, які не знають, куди послати проектний файл. Але ви не зобов'язані замовляти плати через EasyEDA; вам надана можливість завантаження проекту і файлів Gerber, щоб віддати їх виробнику, обраному за вашим смаком. Я сконструював і замовив виготовлення друкованих плат, і це вийшло дійсно здорово. Нижче показані фотографії декількох зібраних друкованих плат.

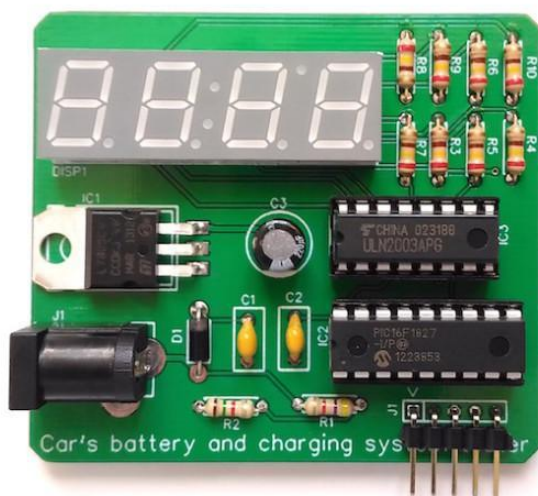


Рисунок 6 Зібрана плата пристрою контролю напруги автомобільного акумулятора.

## **Завдання до самостійної роботи**

Створити макет друкованої плати с самостійної роботи №1 в середовищі EasyEDA

### **Рекомендована література**

1. <https://easyeda.com/page/download>
2. <https://blog.dubkov.org/electronics/easyeda-starter-guide/>
3. <https://habr.com/ru/post/414141/>
4. <https://the-robot.ru/study/easyeda-urok-1-razvodka-pervoj-platy/>

## Самостійна робота № 5

**Тема:** Розробка технічного завдання на рішення проектної задачі створення САПР/компонентів САПР.

**Мета роботи:** вивчення складу та змісту робіт на стадії «Технічне завдання»; визначення обмежень, виду монтажного простору та методу рішення проектної задачі.

### Теоретичні відомості

Технічне завдання (ТЗ) визначає вимоги до функцій, усіх видів забезпечення процесу проектування та регламентує: організацію розробки, обсяги та витрати, перелік компонентів функцій, передбачених у складі кожного етапу проектування.

Технічне завдання на розробку САПР/компонентів САПР згідно ГОСТ 34.602-89 «Технічне завдання на створення автоматизованої системи», складається з таких розділів: загальні відомості; призначення й цілі створення (розвитку) системи; характеристика об'єктів автоматизації; вимоги до системи; склад і зміст робіт зі створення системи; порядок контролю й приймання системи; вимоги до складу і змісту робіт з підготовки об'єкта автоматизації до введення системи в дію; вимоги до документування; джерела розробки.

Черговість розробки САПР/компонентів САПР та склад черг зумовлюються важливістю комплексу функцій, який приймається для даної системи, можливістю придбання та введення в експлуатацію необхідних технічних засобів відповідного технічного рівня, підготовленістю суб'єкта господарської діяльності до впровадження системи, необхідністю мінімізації сумарних витрат, створеною інформаційною базою системи, можливістю використання в наступних розробках результатів проектування та впровадження першої черги інформаційної системи.

Технічне завдання розробляють згідно з ГОСТ 34.602-89 «Технічне завдання на АСУ». Воно є основним вихідним документом для розробника і



замовника САПР/компонентів САПР, згідно з яким здійснюється її розробка та приймання приймальною комісією.

Порядок розробки технічного завдання відповідає ГОСТ 34.601–90.

Розробка проходить у чотири етапи:

- розробка;
- оформлення;
- погодження;
- затвердження.

На першому етапі організація-розробник з участю замовника розробляє проект ТЗ на САПР/компонентів САПР на базі вимог, заявки, тактико-технічного завдання тощо. Також може провадитися конкурсний вибір варіанта технічного завдання з наступною розробкою кінцевого варіанта.

При розробці ТЗ визначають вимоги до системи, до складу науково-дослідних робіт, які виконуються на наступних стадіях створення системи; встановлюють послідовність проведення робіт, пов'язаних з її створенням, а також розробляють окремі ТЗ на компоненти і види забезпечення.

При розробці вимог до САПР (ГОСТ 24.104–85) уточнюють цілі створюваної САПР/компонентів САПР, детально описують функціональну структуру системи, уточнюють склад її функцій, які автоматизуються, а також вимоги до якості їх виконання, формують вимоги до тимчасового регламенту розв'язання задач і їх класифікації до частин САПР та видів забезпечення, попередньо вибирають склад обчислювальної техніки, визначають перелік задач, які забезпечують реалізацію функцій управління, які автоматизуються.

Так, на етапі «Визначення послідовності проведення робіт зі створення САПР» визначають черговість створення системи, склад стадій та етапів проектування, організації-виконавці, розробляють план-графік створення, а також план організаційно-технічних заходів щодо підготовки об'єкта до введення системи в дію.

На третьому етапі замовник і розробник проводять погодження проекту ТЗ на САПР з органами державного нагляду та з іншими зацікавленими організаціями. Термін погодження проекту ТЗ у кожній організації не повинен

перевищувати 15 днів з дня його отримання. Рекомендується розсилати копії одразу в усі організації.

Зауваження щодо проекту ТЗ мають бути представлені з технічним обґрунтуванням. Рішення щодо зауважень повинні бути прийняті розробником і замовником до затвердження ТЗ. Якщо при погодженні проекту ТЗ виникли розбіжності між розробником і замовником чи між іншими організаціями, то складається протокол розбіжностей і конкретне рішення приймається в установленому порядку. Погодження можна оформлювати окремим документом.

На четвертому етапі затвердження ТЗ на ІС здійснюються керівництвом організацій розробника та замовника системи. ТЗ до передачі на затвердження має перевірити служба нормоконтролю організацій розробника ТЗ, і, в разі потреби, підтвердити метрологічна експертиза.

До складу ТЗ, яке підлягає розробці, необхідно ввести етапи, які дозволять в повній мірі сформулювати вимоги, критерії та функції, які має забезпечити майбутня САПР/компонент САПР (Додаток 3):

### **Завдання на самостійну роботу.**

1. Розробити технічне завдання на розробку автоматизованої системи проектування об'єкту проектування (Додаток 3).

2. Об'єкт проектування, на який підлягає розробці технічне завдання (САПР/компонент САПР) обирається студентом згідно індивідуального варіанту з Додатку 4 даних методичних вказівок по 2-х останніх номерах залікової книжки.

### **Зміст звіту**

1. Назва роботи та мета її виконання.
2. Зміст ТЗ (Додаток 3).
3. Технічне завдання, виконане згідно прикладу, наведеному у Додатку 3.

### **Контрольні запитання**

1. Обґрунтування вибору методики рішення проектної задачі по кожному пункту
2. Скільки етапів налічує розробка технічного завдання згідно ГОСТ 34.601–90?
3. Які вимоги до об'єкту проектування визначає технічне завдання?
4. Охарактеризуйте перший етап розробки ТЗ.
5. Охарактеризуйте другий етап розробки ТЗ.
6. Охарактеризуйте третій етап розробки ТЗ.
7. Охарактеризуйте четвертий етап розробки ТЗ.

### **Література:**

1. Автоматизация проектирования БИС, книга 4, под редакцией Казеннова Г.Г., М.: “Высшая школа”, 1990.
2. Петренко А.М., Семенов О.И., Основы построения САПР, Киев: “Вища школа”, 1985.
3. Савеленко О.К., Якименко Н.М., Колодочкіна А.В., Сорокін В.В. Технології проектування комп'ютерних систем, навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів.-Кропивницький: Лисенко В.Ф., 2017.- 308 с.
4. Конспект лекцій з дисципліни «Технології проектування комп'ютерних систем» (ТПКС) , Кіровоград, КНТУ, 2012

## **5. Виконання контрольних робіт**

### **Контрольна робота №1**

#### **Тема: Структура технічного забезпечення САПР.**

**Цілі і завдання :** Вивчити вимоги, які пред'являються до технічного забезпечення і типи мереж в САПР.

В результаті виконання контрольної роботи студент повинен:

**Знати:** Задачі, які вирішуються технічними засобами САПР. Варіанти топології локальних обчислювальних мереж (ЛОМ). Структуру корпоративної мережі САПР.

**Уміти:** Запропонувати варіанти структури ЛОМ невеликого технічного відділу. Запропонувати варіант структури корпоративної мережі великої проектної організації.

#### **Теоретичні відомості**

Для виконання контрольної роботи (КР) необхідно опрацювати теоретичний матеріал стосовно теми: «Структура технічного забезпечення САПР» та засвоїти її основні поняття.

Технічне забезпечення САПР включає різноманітні технічні засоби (hardware), використовувані для виконання автоматизованого проектування, а саме: ЕОМ, периферійні пристрої, мережеве обладнання, а також устаткування деяких допоміжних систем (наприклад, вимірвальних), що підтримують процес проектування.

Використовувані в САПР технічні засоби повинні забезпечувати:

- виконання усіх необхідних проектних процедур, для яких є відповідне програмне забезпечення (ПЗ);
- взаємодію між проектувальниками і ЕОМ, підтримку інтерактивного та автоматичного режимів проектування ОП;

- взаємодію між членами колективу, працюючими над загальною проектною задачею.

Перше з цих вимог виконується за наявності в САПР обчислювальних машин і систем з достатньою продуктивністю і місткістю пам'яті.

Друга вимога відноситься до призначеного для користувача інтерфейсу і виконується за рахунок включення в САПР зручних засобів введення-виведення даних і передусім пристроїв обміну графічною інформацією.

Третя вимога обумовлює об'єднання апаратних засобів САПР в обчислювальну мережу.

В результаті, загальна структура ТЗ САПР є мережею вузлів, зв'язаних між собою середовищем передачі даних (рисунок 1). Вузлами (станціями даних) є робочі місця проектувальників ((автоматизовані робочі місця (АРМ) або робочі станції (WS — Workstation)), якими можуть бути також великі ЕОМ (мейнфрейми), окремі периферійні і вимірювальні пристрої. Саме у АРМ мають бути засоби для інтерфейсу проектувальника з ЕОМ. Що стосується потужності ЕОМ, то вона може бути розподілена між різними вузлами обчислювальної мережі.

Середовище передачі даних представлене каналами передачі даних, які складаються з ліній зв'язку і комутаційного устаткування.

У кожному вузлі можна виділити крайове устаткування даних (КУД), яке виконує певну роботу по проектуванню, і апаратуру закінчення каналу даних (АКД), призначену для зв'язку КУД з середовищем передачі даних. Наприклад, в якості КУД можна розглядати ПК, а в якості АКД — мережеву плату, що вставляється в комп'ютер.

Канал передачі даних — засіб двостороннього обміну даними, до складу якого включено АКД і лінію зв'язку. Лінією зв'язку називають частину фізичного середовища, використовувану для поширення сигналів в певному напрямку; прикладами ліній зв'язку можуть служити коаксіальний кабель, вита пара дротів, волоконно-оптична лінія зв'язку (ВОЛЗ). Близьким є поняття каналу (каналу зв'язку), під яким розуміють засіб односторонньої

передачі даних. Прикладом каналу зв'язку може бути смуга частот, виділена одному передавачу при радіозв'язку.

У деякій лінії можна утворити декілька каналів зв'язку, по кожному з яких передається своя інформація. При цьому говорять, що лінія розділяється між декількома каналами.

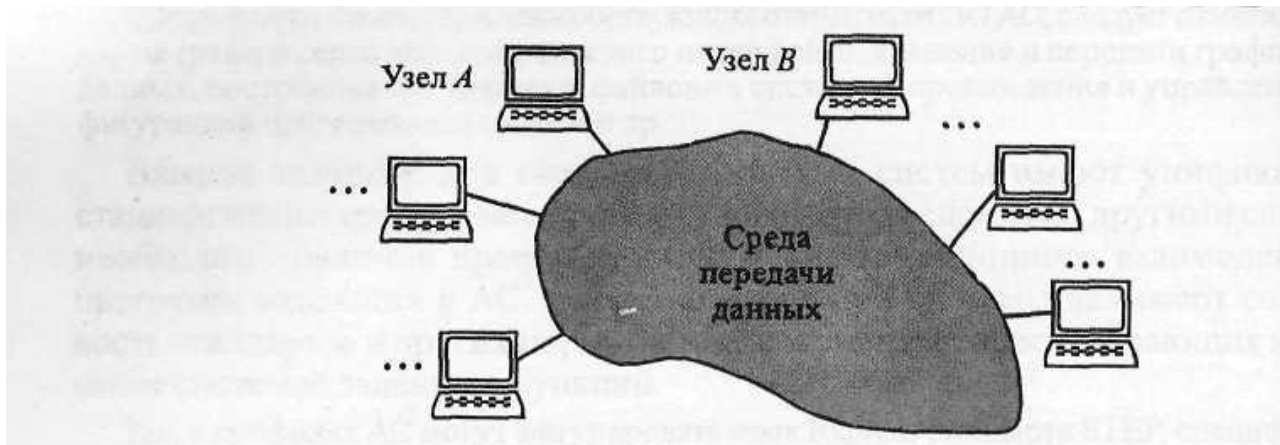


Рисунок 1 - Структура технічного забезпечення САПР

### Типи мереж

Існують два методи розподілу лінії передачі даних: тимчасове мультиплексування (розподіл за часом, або TDM — Time Division Method), при якому кожному каналу виділяється деякий квант часу, і частотний розподіл (FDM — Frequency Division Method), при якому каналу виділяється деяка смуга частот.

У САПР невеликих проектних організацій, що налічують не більше десятків комп'ютерів, які розміщені на малих відстанях один від другого (наприклад, в одній або декількох сусідніх кімнатах), з'єднуюча комп'ютери мережа є локальною. Локальна обчислювальна мережа (ЛОМ), або LAN (Local Area Network), має лінію зв'язку, до якої підключені усі вузли мережі. При цьому топологія з'єднань вузлів (рисунок 2.) може бути наступною: шинна (bus), кільцева (ring), зоряна (star). Протяжність лінії і число вузлів, що підключаються, в ЛОМ обмежені.

У більших по масштабах проектних організаціях в мережу включені десятки-сотні і більше ПК, що відносяться до різних проектних і

управлінських підрозділів і розміщених в приміщеннях однієї або декількох будівель. Таку мережу називають корпоративною. У її структурі можна виділити ряд ЛОМ, що називаються підмережами, і засоби зв'язку ЛОМ між собою. У ці засоби входять комутаційні сервери (блоки взаємодії підмереж). Якщо комутаційні сервери об'єднані відокремленими від ЛОМ підрозділів каналами передачі даних, то вони утворюють нову мережу, що називається опорною (чи транспортною), тобто - уся мережа має ієрархічну структуру.



Рисунок 2 - Варіанти топології локальних обчислювальних мереж а — шинна; б — кільцева; у — зоряна

Якщо будівлі проектної організації віддалені одна від одної на значні відстані (аж до їх розташування в різних містах), то корпоративна мережа по своїх масштабах стає територіальною мережею (WAN — Wide Area Network). У територіальній мережі розрізняють магістральні канали передачі даних (магістральну мережу), що мають значну протяжність, і канали передачі даних, що зв'язують ЛОМ (чи сукупність ЛОМ окремої будівлі або кампусу) з магістральною мережею, які називаються абонентною лінією або з'єднанням «останньої милі».

Звичайне створення виділеної магістральної мережі, яка мережі, яка обслуговує єдину організацію, обходиться для неї занадто дорого. Тому частіше прибігають до послуг провайдера - організації, надаючої

телекомунікаційні послуги багатьом користувачам. В цьому випадку усередині корпоративної мережі зв'язок на значних відстанях здійснюється через магістральну мережу загального користування. В якості такої мережі можна використовувати, наприклад, міську або міжміську телефонну мережу або територіальні мережі передачі даних. Найбільш поширеною формою доступу до цих мереж нині є звернення до глобальної обчислювальної мережі Internet.

Для багатьох корпоративних мереж можливість виходу в Internet є бажаною не лише для забезпечення взаємозв'язку віддалених співробітників власної організації, але і для отримання інших інформаційних послуг. Розвиток віртуальних підприємств, працюючих на основі CALS - технологій, пов'язаний з необхідністю інформаційного обміну через територіальні мережі, як правило, через Internet. Треба, проте, відзначити, що використання мереж загального користування істотно ускладнює завдання забезпечення інформаційної безпеки.

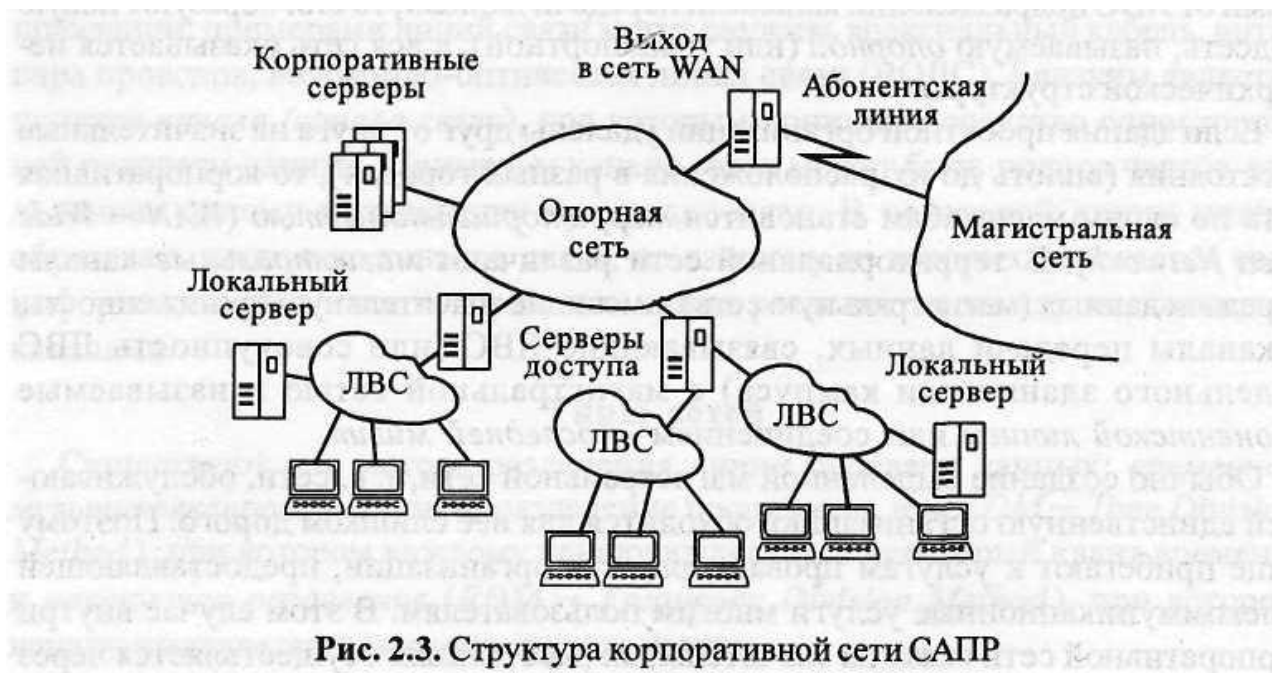
Структура ТЗ САПР для великої організації представлена на рисунку.3. Це типова структура великих корпоративних мереж САПР (архітектура клієнт — сервер). У мережах клієнт — сервер виділено один або декілька вузлів, що називаються серверами, які виконують в мережі функції керування або загальні для багатьох користувачів проектні функції, а інші вузли (робочі місця) є термінальними (їх називають клієнтами), на які працюють користувачі . ЛОМ У загальному випадку сервером називають сукупність програмних засобів, орієнтованих на виконання визначених функцій, але якщо ці засоби зосереджені на конкретному вузлі обчислювальної мережі, то тоді поняття «сервер» відноситься саме до вузла мережі.

Мережі клієнт-сервер розрізняють за характером розподілу функцій між серверами, іншими словами, їх класифікують по типах серверів: файл-сервери для зберігання файлів, використовуються багатьма користувачами; сервери баз даних АС; сервери додатків для вирішення конкретних прикладних завдань; комутаційні сервери (що називаються також блоками



взаємодії мереж або серверами доступу) для взаємозв'язку мереж і підмереж, спеціалізовані сервери для виконання певних телекомунікаційних послуг, наприклад сервери електронної пошти.

У разі спеціалізації серверів по певних застосуваннях, мережа називається мережею розподілених обчислень. Якщо сервер додатків обслуговує користувачів однієї ЛОМ, то природно назвати такий сервер локальним. Але оскільки в САПР є додатки і бази даних, які використовуються користувачами різних підрозділів, а отже і клієнтами різних ЛОМ, то такі сервери відносять до групи корпоративних, які підключаються зазвичай до опорної мережі (рисунок 3).



**Рис. 2.3. Структура корпоративной сети САПР**

Поряд з архітектурою клієнт - сервер застосовують однорангові мережі, в яких будь-який вузол в залежності від розв'язуваної задачі може виконувати функції, як сервера, так і клієнта. Організація взаємодії в таких мережах при числі вузлів більше кількох десятків стає досить складною, тому однорангові мережі знайшли переважне поширення в невеликих за масштабами САПР.

У відповідності зі способами комутації розрізняють мережі з комутацією каналів і комутацією пакетів. У першому випадку при обміні даними між вузлами А і В у мережі створюється фізичне з'єднання між А і

В, яке під час сеансу зв'язку використовується тільки цими абонентами. Прикладом мережі з комутацією каналів може служити телефонна мережа. Тут передача інформації відбувається швидко, але канали зв'язку використовуються неефективно, тому що при обміні даними можливі тривалі паузи і канал «простоює».

При комутації пакетів фізичного з'єднання, яке в кожен момент сеансу зв'язку єднало б абонентів А і В, не створюється.

Повідомлення поділяються на порції, звані пакетами, які передаються в розгалуженій мережі від А до В або назад через проміжні вузли з можливою буферизацією (тимчасовим запам'ятовуванням) в них. Таким чином, будь-яка лінія може розділитися багатьма повідомленнями, поперемінно пропускаючи при цьому пакети різних повідомлень з максимальним заповненням згаданих пауз.

### **Завдання на виконання контрольної роботи №1**

1. Визначить комплекс технічних засобів, необхідних для проектування друкованої плати (лабораторна робота № 1) в автоматичному режимі. Дані надати у вигляді структурної схеми, обґрунтувати вибір кожного елемента схеми та типу мережі.

2. Надайте відповіді на наступні питання:

- Назвіть вимоги, що пред'являються до технічного забезпечення САПР.

- Що є загальною структурою технічного забезпечення в САПР?

- З чого складається середовище передачі даних?.

- Яку роботу виконує крайове устаткування даних (КУД)?

- Яку роботу виконує апаратура закінчення каналу даних (АЗК)?

- Що називається лінією зв'язку?

- Наведіть приклади лінії зв'язку.

- Що є каналом зв'язку?

- Що є локальна обчислювальна мережа(ЛВС)?

- Наведіть варіанти топології локальної обчислювальної мережі.

- Що є корпоративна мережа?
- Наведіть приклад структури корпоративної мережі званою архітектурою клієнт-сервер.
- Означте типи серверів.
- Який сервер називають локальним?
- Означте однорангову мережу та сферу її застосування.

### **Література:**

1. Норенков И.П. Основи автоматизованого проектування. М., Издательство МГТУ ім. Баумана, 2002 .
2. Ли Кунву Основи САПР (CAD/CAM/CAE). СПб, Пітер, 2004.
3. Грувер М., Зиммерс Э., САПР і автоматизація виробництва. М., Світ, 1987.
- 4 Савеленко О.К., Якименко Н.М., Колодочкіна А.В., Сорокін В.В. Технології проектування комп'ютерних систем, навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів.-Кропивницький: Лисенко В.Ф., 2017.-308 с.
5. Конспект лекцій.

## Контрольна робота №2

**Тема: Впровадження систем автоматизованого проектування (САПР).**

**Цілі і завдання: Вивчити критерії вибору САПР. Методи оцінки різновидів САПР.**

В результаті виконання контрольної роботи студент повинен:

**Знати:** Етапи впровадження САПР. Критерії вибору САПР. Методи оцінки САПР.

**Уміти:** Розробити підходи і критерії для вибору і впровадження САПР.

### Теоретичні відомості

Для виконання контрольної роботи (КР) необхідно опрацювати теоретичний матеріал стосовно теми: «Використання САПР для конструювання виробів» та засвоїти її основні поняття.

На попередніх заняттях розглянуто безліч прикладів використання ЕОМ в процесах проектування і виробництва. Обговорювалися проблеми автоматизації проектування, у тому числі методики вибору необхідних засобів обчислювальної техніки і програмного забезпечення, а також методи використання САПР для конструювання виробів і безліч інших питань. В процесі обговорення була підкреслена важливість об'єднання функцій автоматизації проектування (АПР) і автоматизації виробничих процесів (АВП) в єдину систему (САПР/АВП).

Тепер на базі набутих знань необхідно розробити підхід і критерії, необхідні для розробки такої інтегрованої автоматизованої системи, і на цій основі описати процес створення САПР/АВП, в якій мають бути присутніми наступні компоненти:

- Система інтерактивної машинної графіки з необхідним ПЗ.
- Пакети прикладних програм для автоматизованої системи проектування та управління виробництвом. Зазвичай їх склад залежить від

потреб користувача, однак обов'язковими є програми для верстатів з ЧПУ, програми календарного планування, програми автоматизованого проектування ОП та необхідних пристосувань і оснащення, а також інші програми, які необхідні для організації процесу проектування ОП і виробничого процесу.

- Загальна база даних, одночасно використовувана в процесі проектування і в процесі виробництва.

Фірма-користувач може отримати САПР/АВП у вказаному складі наступним шляхом:

1. Придбати у однієї із спеціалізованих фірм, що поставляють такі системи.

2. Розширити існуючу обчислювальну систему за рахунок придбання засобів обчислювальної техніки і ПЗ для САПР.

3. Створити САПР/АВП власними силами, спираючись на наявний досвід проектувальників інтерактивних та автоматизованих систем проектування.

Більше двадцяти років тому цілком прийнятним вважався третій шлях, але відтоді розвиток технологій проектування в області САПР/АВП досяг такого рівня, що подібний шлях вже не можна назвати прийнятним, за винятком окремих особливих випадків. Тому при вирішенні питань впровадження САПР/АВП основна увага приділяється першому напрямку: придбанню системи у однієї з фірм, що спеціалізуються на їх створенні. Подібні системи широко представлені на ринку і відомі як системи, що здаються «під ключ». Однак вищезгадані критерії будуть розроблені для усіх трьох вказаних шляхів.

Спочатку потенційній фірмі-користувачу слід вирішити питання про доцільність впровадження САПР/АВП. Відповідь на це питання повинна бути отримана на основі аналізу існуючого і перспективного завантаження фірми за-мовами. Для проведення такого аналізу необхідно:

1. Визначити обсяг виробничого завантаження в різних областях діяльності фірми (наприклад, проектування, планування виробництва і тому подібне).

2. Визначити обсяги проектувальних робіт і виробництва, які в процесі повсякденної роботи будуть використовувати САПР/АВП.

3. Встановити пріоритети для вибраних в п. 2 різних складових виробничої програми.

4. Використовувати отриману в п. 3 виробничу програму, упорядковану по пріоритетах, для визначення характеристик необхідної САПР/АВП. Ці характеристики слід розділити на дві групи:

- Обов'язкові.

- Бажані.

На підставі такого аналізу можна, наприклад, дійти висновку, що фірма не потребує власної САПР/АВП. Це може виникнути в тих випадках, коли виробниче завантаження фірми замовленнями недостатнє для того, щоб компенсувати витрати на створення системи, або коли перелік необхідних характеристик (особливо обов'язкових) такий, що існуючі САПР/АВП не задовольняють більшості його пунктів. У останньому випадку фірма може стати перед вибором: створювати САПР/АВП власними силами або розширити вже існуючу обчислювальну систему.

Якщо фірма дійшла висновку про необхідність створення САПР/АВП, то для її реалізації може використовуватися загальна методика, орієнтована на вибір системи, що здається «під ключ», а не створюється під конкретні умови виробництва власними силами чи на замовлення.

У зв'язку з цим необхідно:

- Розробити критерії вибору САПР/АВП, що здається «під ключ». Критерії мають бути визначені з урахуванням індивідуальних вимог фірми-користувача.

- Знайти і відвідати фірми, що експлуатують чи розробляють САПР/АВП для тих же цілей. Переконатися в їх ефективності стосовно виконання аналогічних завдань.

- Визначити круг постачальників систем і запросити їх розповісти про свої фірми і програмну продукцію, що випускається ними.

- Скоротити список можливих постачальників до трьох або чотирьох, які підходять найбільшою мірою.

- Визначити відношення доходу до витрат для кожної з конкуруючих систем.

- Запропонувати постачальнику з найвищим значенням цього коефіцієнту виконати контрольний прогін типового завдання. Типове завдання складається з одного або декількох конкретних завдань користувачу, які відносяться до типових сфер застосування САПР/АВП.

Якщо типове завдання виконане успішно, постачальник вважається обраним. Якщо ж завдання не виконане, на підставі відношення «дохід/затрати» вибирається наступний постачальник для виконання типового тестового завдання і ухвалення рішення про можливе укладення контракту.

Розглянемо комерційні САПР/АВП, що здаються «під ключ і детальніше зупинимось на згаданій вище методиці.

### **Системи, які здаються «під ключ»**

Здаючи програмні засоби «під ключ» замовнику, постачальник здійснює редагування системи до наявних умов організації, в якій її планується впровадити. Протягом деякого часу розробник системи контролює її роботу (дослідна експлуатація) і тільки після цього передає її користувачу повністю готовою до промислової експлуатації. САПР/АВП. Системи, які здаються «під ключ», як правило, включають базове програмне забезпечення, необхідне для роботи. Додаткові програмні засоби можуть бути придбані організацією-замовником за окрему плату. Такий підхід дозволяє організації/фірмі - користувачу придбати тільки ті програми, які потрібні для вирішення її завдань. Вартість системи, яка здається «під ключ», може коливатися від десяти до декількох сотень тисяч доларів.

Існують певні труднощі в розробці САПР/АВП власними силами користувача. Щоб самостійно створити працездатну САПР, фірмі - користувачу буде потрібно наявність проектувальників з досить високою кваліфікацією в цій області. Вони повинні знати програмування, бути знайомими з технічними засобами, які забезпечать організацію процесу проектування і уміти застосовувати свої знання для рішення прикладних завдань. Фахівці, що поєднують в собі такі професійні якості, зустрічаються дуже рідко, і велика частина самих висококваліфікованих фахівців вже зайнята у фірмах, що займаються розробкою і впровадженням САПР/АВП.

Іншою проблемою фірми, що припускає самостійну розробку подібних систем, є чинник часу. Навіть при наявності штату кваліфікованих програмістів знадобиться значний час на розробку такого складного і важкого проекту, яким є САПР/АВП. Сюди слід включити також тривалий і дорогий період навчання, внаслідок чого створення системи власними силами може затягнутися на роки. В протилежність цьому, постачальники САПР/АВП вже пройшли цей етап і набули необхідного досвіду в процесі навчання чи тривалої практичної роботи. Якщо фірма-користувач хоче впровадити САПР в мінімально короткі терміни, фірми-постачальники в змозі задовольнити це бажання за допомогою наявного асортименту їх продукції.

Фірми-постачальники систем САПР/АВП спеціалізуються в області їх створення. Вони в змозі витратити значні засоби на постійне вдосконалення технології проектування як самих систем, так і їх компонентів, зберігаючи конкурентоспроможність. Щорічно їм доводиться затрачувати сотні людино/років на розробку програмного забезпечення САПР/АВП. Розмах і інтенсивність цих робіт не йдуть ні в яке порівняння з можливостями звичайної фірми-користувача, для якої САПР/АВП є лише засобом досягнення мети. Для постачальника ж таких систем САПР/АВП - це одночасно і засіб розробки, і кінцевий продукт.



## Критерії вибору

Здійснити вибір з безлічі конкуруючих типів апаратних і програмних засобів САПР/АВП дуже складно. Якщо приймається рішення, пов'язане з придбанням системи, що здається «під ключ», то першим кроком стає розробка критеріїв вибору. Цю роботу не повинна виконувати якась одна людина; тут необхідно створити спеціальну комісію для оцінки на ринку програмних продуктів САПР/АВП.

У завдання цієї комісії входить не лише розробка критеріїв вибору, але і оцінка різних систем і виробка рекомендацій по вибору постачальника; вона повинна довести процедуру вибору до ухвалення остаточного рішення.

У комісію з оцінки слід включити представників усіх зацікавлених підрозділів фірми-користувача. До неї повинні увійти співробітники конструкторського, технологічного і виробничого відділів, відділу автоматизованих систем проектування і управління, відділу матеріально-технічного постачання.

Розробка критеріїв вибору включає визначення точних потреб фірми - користувача стосовно САПР/АВП. Проте при цьому слід виходити не лише з поточних потреб фірми. Одночасно з ними комісія повинна розглянути і перспективи по розширенню власного виробництва з точки зору впровадження автоматизованих систем. Впровадження САПР/АВП фірмою - користувачем відкриє нові можливості вдосконалення процесу виробництва в цілому, і ці можливості теж слід врахувати. У якості джерела інформації комісія повинна використовувати відповідну технічну інформацію від кожного з постачальників, зацікавлених в укладенні договору по цьому проекту.

Дуже важливо провести технічні дискусії із залученням експертів із спеціалізованих фірм і познайомитися з поруч діючими системами партнерів по бізнесу в даній сфері діяльності, що мають структуру, схожу із структурою даної системи. У ході таких відвідувань слід узнати точку

зору і зауваження до системи працюючого з нею управлінського і експлуатаційного персоналу. Крім того, необхідно організувати відвідування адміністративних центрів усіх передбачуваних фірм-постачальників. Це дозволить зібрати потрібну інформацію про плани і стратегію кожної з фірм - розробників САПР/АВП.

На підставі інформації, отриманої з усіх перерахованих джерел, можна скласти вичерпний список оцінних критеріїв, що відбиває можливості потенційного замовника. Досить представницький список чинників, що враховуються, і критеріїв вибору САПР/АВП наведені в переліку 1. Цей перелік запозичений в основному з робіт Квантца. Критерії, що враховуються, і чинники різні для кожної фірми, тому надається узагальнений перелік, який потребує переробки з урахуванням специфічних умов проектування та виробництва, вимог конкретної фірми. Незважаючи на це, дана таблиця може стати корисною для потенційної фірми - користувача при розробці власних критеріїв оцінки різних САПР/АВП.

Нелегке завдання оцінки САПР/АВП - отримання відповідей на низку запитань. По-перше, це - необхідна знать, оскільки це - нитка заходів ускладнення з'єднання майбутньої системи з вже існуючими інформаційними системами.. Це стосується даних від придбання, планування матеріальних потреб, до контролю якості продукція і використання відходів. По - другу, фірма - користувач має бути здатною координувати плани розвитку системи та збільшення числа користувачів, кількості автоматизованих робочих місць, із створенням термінальних станцій, появу нових видів виробів і нових технологічних процесів, не втрачаючи можливість отримання виплат в максимально короткі терміни. Перераховані питання в кожному підрозділі кожної сфери промисловості вирішуються по - різному, і загальні рекомендації дати неможливо. Потенційний користувач зобов'язаний розглядати подібний вид питання в процесі вироблення конкретного рішення.

## **Перелік 1. Перелік основних чинників і критеріїв вибору САПР/АВП**

### **А. Загальні міркування**

**1. Вартість:** апаратні засоби; центральний процесор; додаткові автоматизовані робочі місця; периферійне устаткування; програмні засоби; базовий пакет програм, що здається «під ключ». Додаткові спеціальні пакети. Обслуговування транспортного засобу. Супровід програмного забезпечення. Спеціальні питання: документація, запчастин, вивчення персоналу, транспортування устаткування. умови постачання, обслуговуючий персонал.

**2. Обслуговування:** умови контракту, умови постачання запчастинами, час між отриманням і виконанням замовлення, гарантії і умови їх припинення, усунення помилок в програмному забезпеченні, обслуговування програмного забезпечення.

### **3. Якість:**

- Група забезпечення якості і її функції. Політика в області якості.
- Відповідальність.
- Стабільність асигнувань.
- Число постів контролю.
- Розвиток Надійність. Паралельна робота. Усунення неполадок.

Усунення втрат енергії. Охорона довкілля. Людський чинник.

- Апаратні засоби.
- Програмне забезпечення.
- Час реакції.
- Швидкодія вихідних пристроїв Інтерфейси.
- Лінії зв'язку.
- Графічні пристрої.
- Документація на вироби .
- Навчання.

#### **4. Постачання системи і подальша підтримка**

- Підготовка і здійснення прогону реального контрольного прикладу.
- Умови упаковки.
- Допомога в монтажі.
- Умови попередньої перевірки.
- Інструкція по монтажу.
- Умови приймання.
- Постачання.
- Перегляд умов.
- Специфікації.
- Угода про право власності.
- Налагодження на місці.

**5. Управління системою:** швидкодіючі периферійні пристрої. Призначені для користувача засоби діагностики. Програмне забезпечення системи управління файлами. Облік і аналіз витрат

#### **6. Програмування**

- Мова високого рівня, використовувана розробником.
- Стандартна мова.
- Мова асемблера.
- Програми на вхідній мові.
- Високоякісна документація.
- Захист системи.
- Засоби діагностики.
- Доступ до бази даних.
- Зрозумілі для користувача та дружелюбні інтерфейси.

**7. Інші чинники:** Сумісність з наявним устаткуванням. Засоби управління графічним терміналом. Методи ручного введення даних. Виведення робочих повідомлень та повідомлень про нестандартні ситуації в роботі системи та некоректну роботу користувачів. Засоби управління процесом розробки креслень.

#### **Б. Прикладні засоби стосовно ВЕТ**

**1. Застосування при проектуванні ВЕТ:** блок-схеми, принципові та інші схеми, розводка живлення, кабелі, джерела живлення, таблиці монтажних з'єднань, інтегральні схеми, друковані плати, гібридні схеми, методика нормоконтролю, специфікації матеріалів.

**2. Електричні облаштування сполучення:** аналіз схем, послідовність роботи і синхронізація, аналіз області застосування, трасування, генерація тестів.

**3. Пакети програм ЧПУ для виготовлення друкованих плат:** свердління, трасування.

- Автоматичне розміщення компонентів/вставка елементів.
- Плетіння кабелів.
- Намотування дротів.

**4. Документація:** керівна і довідники, перспективна документація, організаційні структурні схеми, блок-схеми, мережеві графіки і календарні плани.

**5. Облаштування сполучення:** графічні пристрої.

**В. Прикладні засоби стосовно механічного устаткування**

**1. Конструювання механічних облаштувань**

- Блок-схеми.
- Циклограми.
- Інші схеми.
- Будівельні креслення.
- Креслення металоконструкцій.
- Схеми трубопроводів.
- Таблиці монтажних з'єднань.
- Планування.
- Проектування листових металевих виробів.
- Двовимірне проектування і викреслювання механічних вузлів.
- Побудова точок.
- Побудова ліній.
- Побудова дуг.

- Побудова конусів.
- Постановка розмірів.
- Типи викреслюваних ліній.
- Можливості накладення тексту і стрілок.
- Видалення ліній побудови.
- Розмір знаків.
- Позначки.
- Тривимірне проектування і викреслювання механічних вузлів.
- Каркасне або об'ємне моделювання .
- Можливості видалення невидимих ліній. Поверхні і площини. Криві лінії і криволінійні поверхні. Проектування інструменту. Проектування пристосувань і оснащення. Товарні знаки. Безрозмірні креслення.

## **2. Засоби забезпечення механічних розрахунків**

- Аналіз напруги.
- Моделювання методом кінцевих елементів.
- Аналіз форм.
- Аналіз потоків.
- Аналіз механізму роботи.
- Визначення вагових характеристик.
- Геометричні характеристики.
- Аналіз вузлів концентрації напруги.

## **3. Пакети програм планування виробництва**

**Можливості автоматизованої системи планування.** До цього етапу процедури вибору повинні залишитися три або чотири найбільш перспективних постачальника систем. Інші відпадуть унаслідок втрати цікавості з боку потенційного користувача через те, що сфера застосування їх систем не повністю співпадає з сферою діяльності фірми - користувача, або з інших суб'єктивних причин. Для кандидатів, що залишилися, варто придумати деяку кількісну міру оцінки, яка дозволила б зв'язати корисність впровадження кожної систем з її вартістю. Цей захід необхідно ввести у вигляді вищезгаданого коефіцієнта дохід/витрати.

Відношення дохід/витрати символізує – це спроба використання кількісних методів в задачах вибору. Проте введена міра не є об'єктивною, оскільки її компоненти визначаються на основі колективної ухвали фахівців, що входять в комісію з оцінки САПР/АВП. Незважаючи на неминучу недосконалість, цей коефіцієнт є усе ж дієвим засобом організації, і символізує спробу систематизації і кількісного підходу до проблеми вибору.

Коефіцієнт дохід/витрати стосовно конкретного типу САПР/АВП визначається наступним способом. У якості відправної точки використовується список критеріїв і чинників вибору з переліку 1. Для фірми - користувача безумовно цей список буде змінюватись в залежності від ступені організації виробництва та умов проектування. Нехай, наприклад, фірма, що випускає вузли механічних систем, збирається звернути основну увагу на механічне устаткування і звести до мінімуму значущість ВЕТ в списку критеріїв. Тоді вагові коефіцієнти, що означають значення цього узагальненого чинника для фірми - користувача, привласнюються кожному з трьох основних розділів списку, наприклад, наступним чином:

- усередині кожного розділу сумарний показник може досягати значення 1000 і розподілятися між критеріями, що відносяться до цього розділу. Наприклад, в розділі А бали можуть розподілятися таким чином:

- Вартість – 200.
- Обслуговування – 150.
- Якість – 250.
- Постачання системи і подальша підтримка – 100.
- Управління системою – 50.
- Програмування - 150.
- Інші чинники – 100.

Загальне можливе число балів 1000.

Потім бали кожного з цих розділів розподіляються між їх критеріями. Процес розподілу балів між критеріями ґрунтується на оцінці комісією відносної значущості кожного окремого критерію.

Після того, як розподіл балів завершено, завданням комісії стає оцінка кандидатів по кожному з окремих критеріїв. Виходячи з можливої кількості балів за цим критерієм, комісія повинна вирішити, скільки балів повинний отримати кожен з кандидатів відповідно до його переваг у вказаній групі.

Після підрахунку балів для кожного кандидата обчислюється їх здобуток балів по кожному з трьох основних розділів А-В. Потім ці суми множаться на вагові коефіцієнти, присвоєні кожному розділу, а знайдені здобутки складаються для отримання залишкового загального числа балів по кожному з кандидатів.

Для кожного з трьох або чотирьох потенційних постачальників потрібно підрахувати кількість балів, яка орієнтовно відображає відносну значущість їх систем.

Далі, використовуючи отриману суму балів, можна спробувати здійснити вибір САПР/АВП. Проте в нашому підході досі не бралася до уваги вартість системи. Її можна врахувати з допомогою коефіцієнта дохід/витрати. Цей коефіцієнт визначається шляхом ділення загальної суми балів по цій системі на її ціну. З цією метою зручно округлити вартість системи до тисяч доларів і відкинути три нулі справа. Проілюструємо це на прикладі, припустивши, що існують три кандидати, кожному з яких відповідає ціна і кількість балів, вказані в наступній таблиці 1.

Таблиця 1 – Чинники вибору фірм – розробників ПЗ САПР/АВП

| Чинники вибору  | Постачальник |       |     |
|---|--------------|-------|-----|
|   | X            | Y     | Z   |
| 1. Загальна сума балів по системі                                       | 6 95         | 737   | 495 |
| 2. Ціна системи, тис. дол.  | 375.4        | 430.2 | 312 |
| 3. Закруглена ціна, тис.дол.  | 375.0        | 430   | 312 |
| 4. Коефіцієнт дохід/витрати (результат ділення першого рядка на третій) | 1,85         | 1,71  | 1,6 |



Як видно з таблиці, кандидат X має найвище значення коефіцієнта дохід/витрати. Хоча у кандидата Y загальна сума балів вища, більше висока вартість його системи веде до меншого значення коефіцієнта дохід/витрати, використовуюваного в якості залишкового критерію для прийняття рішення.

Після вибору системи з найвищим коефіцієнтом наступним етапом процедури оцінки повинне стати звернення до постачальника з пропозицією про прогін контрольного прикладу (демоверсії) для проведення аналізу характеристик системи. Контрольний приклад - це група конкретних завдань, досить повно відображаючих специфіку фірми - користувача. Ці завдання повинні відноситися і до області проектування, і до області виробництва з урахуванням сфери застосування САПР/АВП.

Загальне число окремих завдань, що становлять контрольний приклад, залежить від міри їх складності; зазвичай воно рівне трьом або чотирьом. Для вирішення завдань проектування система повинна виконати необхідний інженерний аналіз і випустити потрібну конструкторську документацію (наприклад, креслення, специфікації матеріалів і тому подібне). Для вирішення виробничих завдань система повинна виконати функції аналізу або планування і видати необхідну документацію в «жорсткій» або «гнучкій» формі (наприклад, програми для верстатів з ЧПУ, виконані на перфострічці або магнітному чи оптичному носії інформації).

Контрольні приклади можна розділити на дві категорії: штучні і реальні.

Перші є завданнями, рішення яких заздалегідь відоме фірмі - користувачу і мета яких полягає в тому, щоб досліджувати деякі характеристики і можливості САПР/АВП.

Реальні контрольні приклади - це завдання, що відображають дійсні виробничі проблеми фірми - користувача. Реальні завдання прийнятні у порівнянні з штучними, проте, фірмі - користувачу може бути важке сформулювати їх, не маючи достатнього досвіду. Крім того, часто виникає питання про те, наскільки повно представлений той або інший реальний контрольний приклад.

Мета прогону контрольного прикладу полягає в підтвердженні заявлених постачальником характеристик пропонованої їм системи. Причина того, що контрольний приклад виконується тільки для обраної системи з найвищим значенням коефіцієнта дохід/витрати, заключається в дуже високій вартості цієї процедури і для постачальника, і для потенційного користувача одночасно. Крім того, прогін більше одного завдання веде до істотних затримок в отриманні оцінок.

Постачальник повинен знати, що запит на контрольний прогін типового завдання, дуже вірогідно приведе до замовлення на постачання системи. Якщо контрольний приклад вирішений успішно (як це і повинно бути), система вважається обраною. Інакше для контрольного прогону вибирається система з наступним за величиною значенням коефіцієнта дохід/витрати.

### **Завдання на виконання контрольної роботи №1**

1. Розробити підходи і критерії для вибору і впровадження САПР друкованих плат (лабораторна робота № 1) режимі. Дані надати у вигляді текстового матеріалу, обґрунтувати вибір кожного критерію оцінки системи по переліку 1 і таблиці 1.

2. Надати відповіді на наступні питання:

- Наведіть перелік пакетів прикладних програм, які обов'язково мають бути присутніми в системі управління виробництвом.

- Яким чином можна отримати САПР?

- Наведіть перелік питань, які необхідно розглянути при аналізі доцільності впровадження САПР.

- Наведіть основні положення методики оцінки орієнтованої на вибір системи, яка здається «під ключ».

- Наведіть перелік робіт, виконуваних розробнику при здачі системи «під ключ» замовнику.

- Які загальні проблеми виникають при розробці САПР власними силами?

- Які організаційні заходи виконуються при виборі системи?

- На підставі якої інформації створюється список критеріїв оцінки САПР?

- Наведіть групи основних чинників і критеріїв вибору САПР.

- Як визначається коефіцієнт дохід/витрати?

- Що символізує коефіцієнт дохід/витрати?

- Як комісія робить оцінку кандидатів на постачання САПР?

- Проілюструйте на прикладі відбір постачальника з 3-х кандидатів.

- Для чого використовується прогін контрольного прикладу?

- Коли система вважається вибраною?

### **Література:**

1. Норенков И.П. Основи автоматизованого проектування. М., Видавництво МГТУ ім. Баумана, 2002 .

2. Ли Кунву Основи САПР (CAD/CAM/CAE). СПб, Пітер, 2004.

3. Грувер М., Зиммерс Э., САПР і автоматизація виробництва. М., Світ, 1987.

4 Савеленко О.К., Якименко Н.М., Колодочкіна А.В., Сорокін В.В. Технології проектування комп'ютерних систем, навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів.-Кропивницький: Лисенко В.Ф., 2017.-308 с.

5. Інформаційно - аналітичний тижневик COMPUTER WORLD Україна.

6. Конспект лекцій.

## 7. Приклади тестових питань з дисципліни ТПКС

Документи, що описують маршрут проектування (містять правила і інструкції по використанню програмного забезпечення) - це:

- а) методологічне забезпечення;
- б) прикладне програмне забезпечення;
- в) конструкторське забезпечення;
- г) інформаційне забезпечення.
- д) не має вірної відповіді.

Постановка задачі на проектування об'єкту нової техніки - це:

- а) формулювання обмежень;
- б) визначення обсягу роботи, яку необхідно виконати в процесі проектування;
- в) формалізація обмежень;
- г) визначення області допустимих рішень;
- д) не має вірної відповіді.

До класифікації об'єктів проектування по ознаках відноситься:

- а) класифікація по фізичних принципах роботи;
- б) класифікація по умовам експлуатації;
- в) класифікація по характеру основних фізичних процесів;
- г) всі відповіді вірні, д) не має вірної відповіді.

Декомпозиція проектної задачі-це:

- а) розбиття задачі на складові частини;
- б) визначення місцеположення елементів на друкованій платі;
- в) розбиття монтажного простору на сектори;
- г) розбиття задачі на складові відсотки;
- д) не має вірної відповіді.

Які алгоритми або їх комбінації і модифікації використовують для виконання завдання трасування?

- а) променевий алгоритм;
- б) хвильові алгоритми або пошук шляху в лабіринті;
- в) алгоритм каналного трасування;
- г) все вище перераховане;
- д) не має вірної відповіді.

При модифікації хвильового алгоритму ЛІ які переслідуються цілі?

- а) урахування багатокритеріальності;
- б) поліпшення обліку конструкторське-технологічних обмежень і критеріїв;
- в) зменшення необхідних ресурсів пам'яті і машинного часу;
- г) все вище перераховане;
- д) немає вірної відповіді.

CASE-технологія (Computer-Aided Software/System Engineering) являє собою:

- а) сукупність методологій аналізу, проектування, розроблення;
- б) супроводження складних систем програмного забезпечення (ПЗ);
- в) підтримку комплексів взаємозв'язаних засобів автоматизації;
- г) сукупність методологій аналізу, проектування, розроблення і супроводження складних систем програмного забезпечення;
- д) не має вірної відповіді.

Типовий життєвий цикл ПЗ включає такі основні етапи:

- а) аналіз вимог;
- б) проектування і кодування (програмування) ;
- в) тестування і налагоджування, г) експлуатація і супроводження;
- д) всі відповіді вірні.

Відповіді на тестові завдання (зразок)

|     |   |
|-----|---|
| 7.1 | а |
| 7.2 | б |
| 7.3 | г |
| 7.4 | а |

|     |   |
|-----|---|
| 7.5 | Г |
| 7.6 | Г |
| 7.7 | Г |
| 7.8 | Д |

## 8. Додаток 1

### Варіанти фрагментів схеми електричної принципової для виконання лабораторної роботи № 1

#### Варіант № 1

1, 2, 3, 4 - Ø1,0

⊥ - Ø2,0

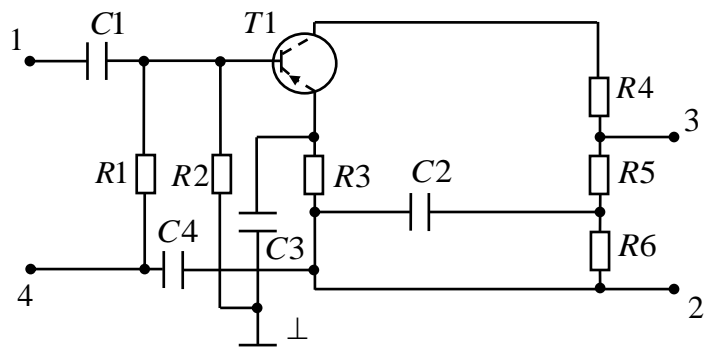
R1, R2, R3, R4 – МЛТ – 0,125

R5, R6 – МЛТ 0,5

T1 – КТ 315 А

C1, C2, C3 – К 50 – 3 А

C4 – К 50-3 Б



#### Варіант №2

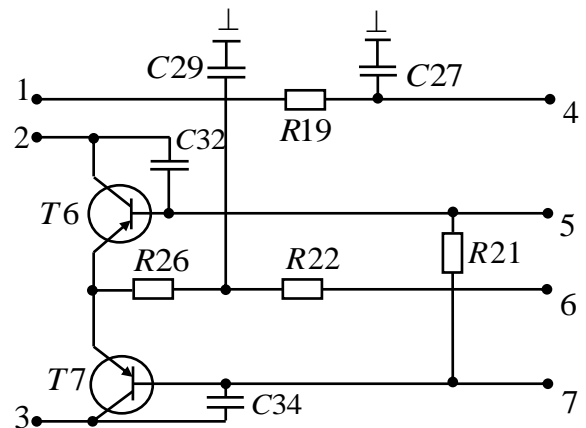
⊥, 1...7 – Ø1,0

R21, R19, R22, R26 – МЛТ – 0,125

T6, T7 – КТ 315 В

C32, C34 – К50-12-12В

C29, C27 – К10-7В-Н90



#### Варіант №3

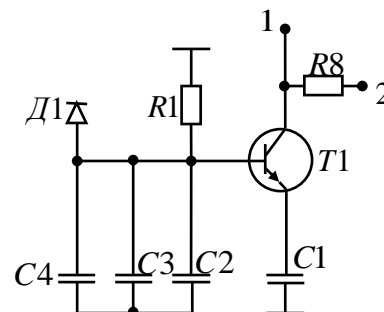
R1, R8 – МЛТ – 0,125

C1, C2, C3, C4 – К 50-3

T1 – КТ 363 АМ

1, ⊥ - Ø1,2

Д1 – Д7



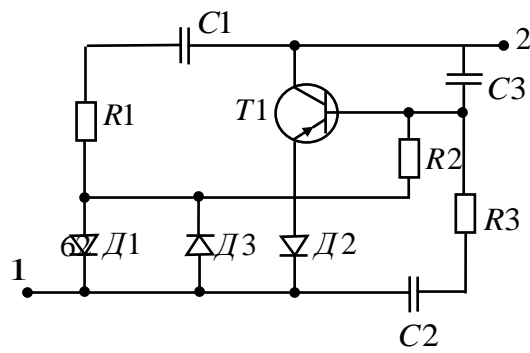
#### Варіант №4

1, 2 - Ø1,0

Д1, Д2, Д3 – Д226

R1, R2, R3 – МЛТ – 0,125

C1, C2, C3 – К 50-3



T1 – КТ 315 Б

Вариант №5

1 - Ø1,5

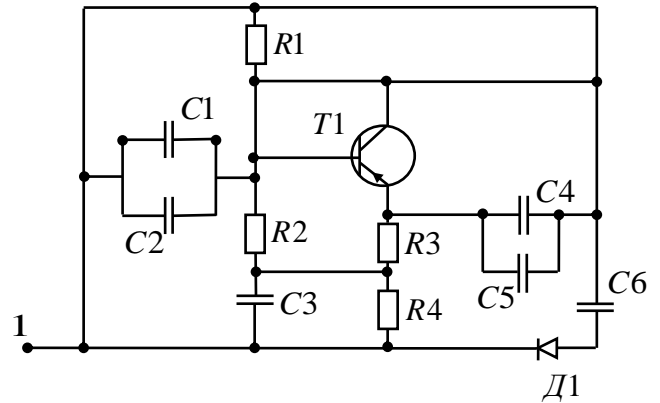
R1, R2, R3 – МЛТ – 0,25

R4 – МЛТ – 0,5

T1 – КТ 315 А

C1, C2, C3, C4, C5, C6 – К 50-3

Д1 – Д226А



Вариант № 6

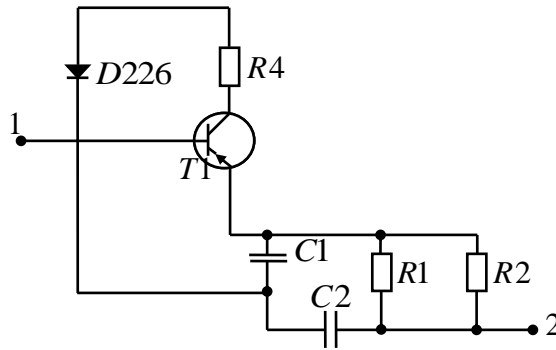
1, 2 - Ø2 мм

T1 – КТ363 АН

R1, R2, R4 – МЛТ – 0,25

Д1 – Д226 Б

C1, C2, C3 – К 50-6



Вариант № 7

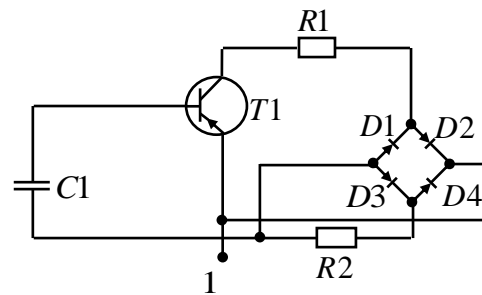
1 - Ø2 мм

R1, R2 – МЛТ – 0,125

C1 – К 50-3

Д1, Д2, Д3, Д4 – Д7

T1 – КТ 315 Б



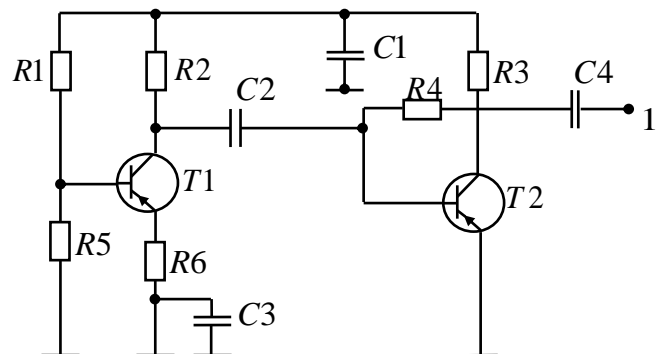
Вариант № 8

T1, T2 – КТ 316 В

⊥, 1 - Ø1,1

C1, C2, C3 – КМ 3 А-Н30

R1...R6 – МЛТ – 0,5

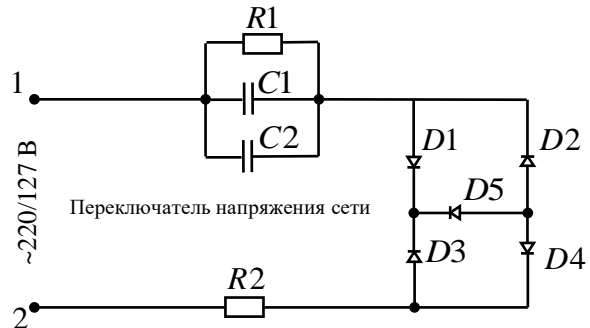


Вариант № 9

R2, R1 – МЛТ – 0,125

Д1 – Д7Ж

C1, C2 – К50-3В



Вариант № 10

1, 2, 3 - Ø1 мм

T1, T2 – КТ315 Б

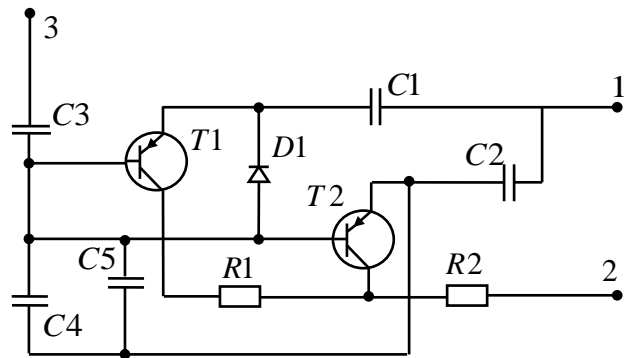
C1, C2 – К50-3

C3, C4 – КС0-3

МЛТ – 0,125

C5 – К50-1

Д1 – Д7Ж



Вариант № 11

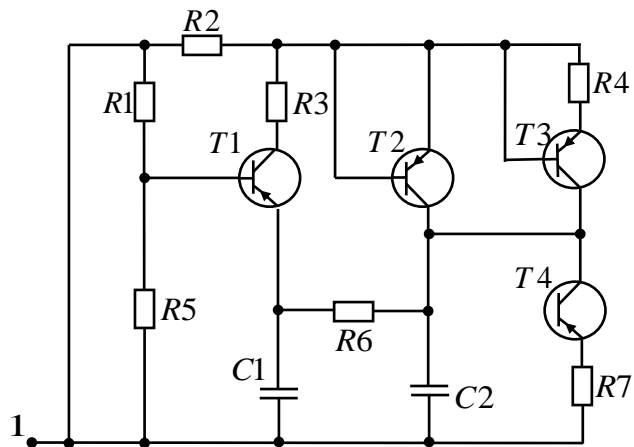
1 - Ø1,0

T1, T2, T3, T4 – МП 41

R1, R2, R3 – МЛТ - 0,125

R4, R6, R6, R7 – МЛТ – 0,25

C1, C2 – К 50-3



Вариант № 12

1, 2, 3, 4 - Ø2 мм

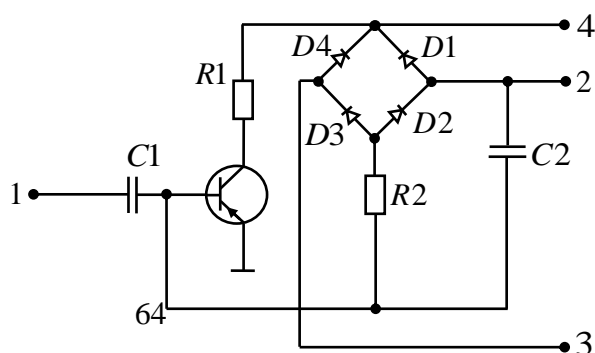
⊥ - Ø2,5 мм

R1, R2 – МЛТ – 0,125

C1, C2 – К50-3

Д1, Д2, Д3, Д4 – Д7Ж

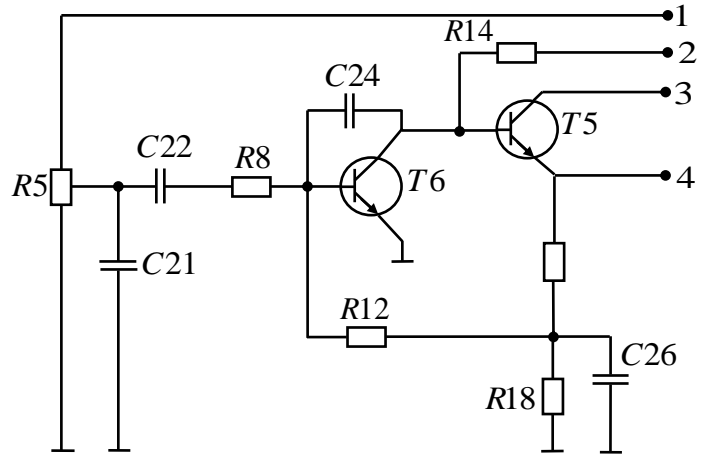
T1 – КТ315Б





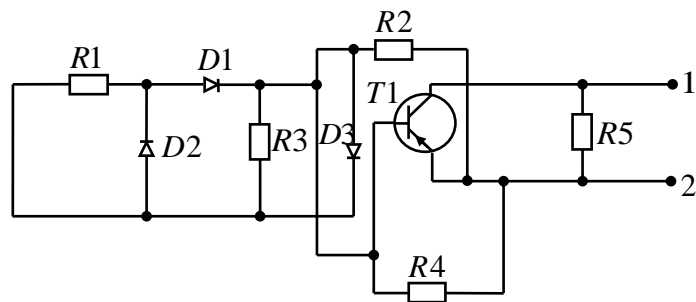
Вариант № 13

T5 – КТ 816  
 T6 – КТ 615  
 R14, R17, R18, R12, R5,  
 R8 – МЛТ-0,125  
 C21, C22, C24 – К50-3  
 C26 – К10-7В-Н90  
 1, 2, 3, 4 - Ø1,0 мм



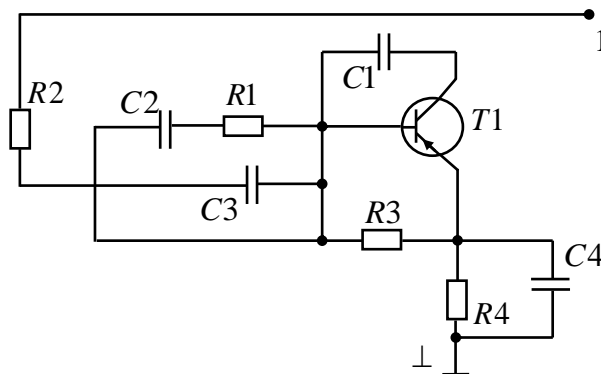
Вариант № 14

1, 2 - Ø1,0 мм  
 R1...R4 – МЛТ-0,125  
 R5 – МЛТ-0,25  
 D1...D3 – Д7Ж  
 T1 – КТ 315А



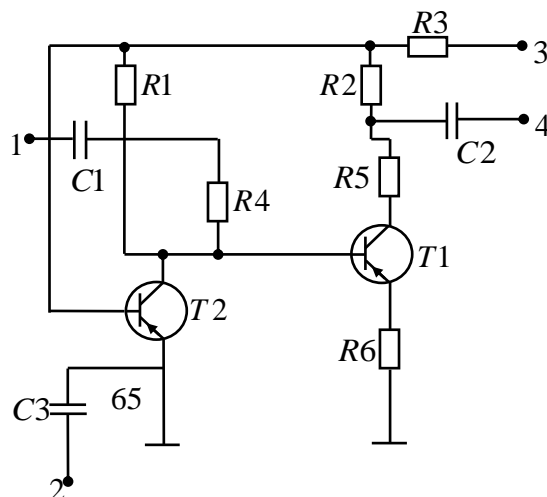
Вариант № 15

T1 – КТ 615  
 C1, C2, C3 – К 50-3  
 C4 – К10-НВ-Н90  
 R1...R4 – МЛТ - 0,125  
 1, ⊥ - Ø1,0 мм



Вариант № 16

T1, T2 – КТ 316 В  
 R1...R6 – МЛТ - 0,25  
 C1, C2, C3 – КМ 3 А  
 ⊥, 1, 2, 3 - Ø1,0 мм



Вариант №17

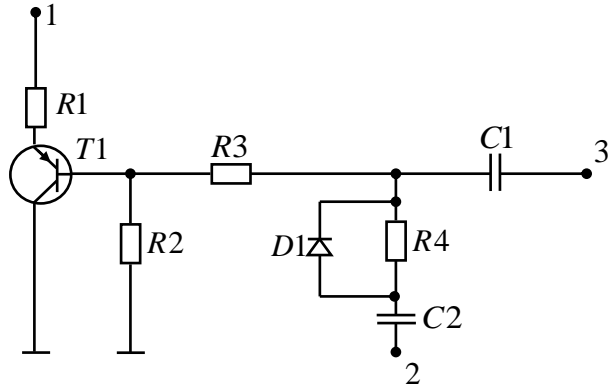
Д1 – Д226А

С2, С1 – К 10-7 В

⊥, 1, 2, 3 - Ø1,0 мм

Т1 – КТ 315 В

Р1, R2, R3, R4 – МЛТ 0,125



Вариант № 18

⊥, 1, 2 - Ø1,0 мм

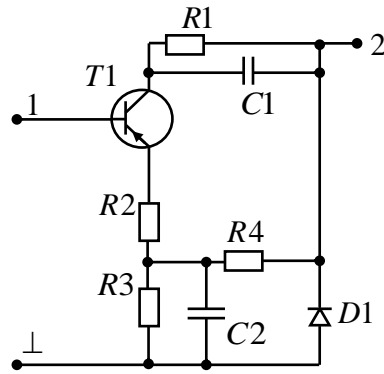
R1, R2, R3 – МЛТ-0,5

C1, C2 – КМ-3а-Н30

T1 – П 203 А

R4 – МЛТ-0,125

Д1 – Д7Ж



Вариант № 19

1, 2 - Ø1,0 мм

⊥ - Ø2,0 мм

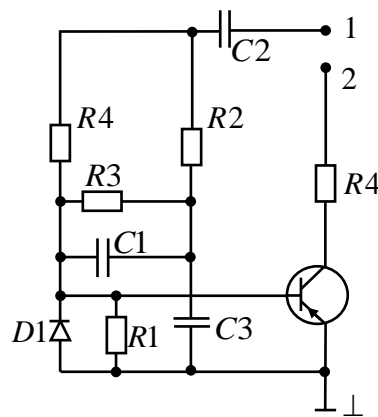
R1 – МЛТ –0,25

R2, R3, R4 – МЛТ-0,125

C1, C2, C3 – К 50-1

T1 – ГТ809

Д1 – Д7Ж



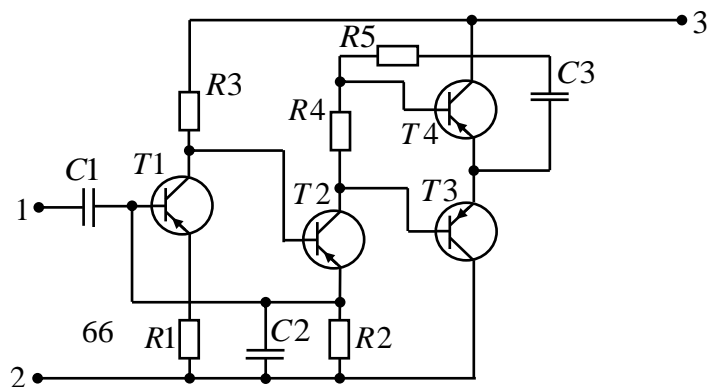
Вариант № 20

1, 2, 3 - Ø1,5 мм

R1, R2, R3, R4, R5 – МЛТ – 0,125

T1, T2, T3, T4 – МП 41 А

C1, C2, C3 – К 50-3



## 9. Додаток 2

### Технічне завдання (приклад оформлення)

#### Зміст

|   |   |
|---|---|
| 1 Найменування та область застосування.....               | 2 |
| 2 Підстава для розробки.....                              | 2 |
| 3 Мета та призначення розробки.....                       | 2 |
| 4 Джерела розробки.....                                   | 2 |
| 5 Технічні вимоги.....                                    | 2 |
| 5.1 Вміст проекту.....                                    | 2 |
| 5.2 Показники призначення.....                            | 3 |
| 5.3 Вимоги до функціональних характеристик.....           | 3 |
| 5.4 Вимоги до архітектури.....                            | 3 |
| 5.5 Вимоги до надійності.....                             | 3 |
| 5.6 Умови експлуатації.....                               | 4 |
| 5.7 Вимоги до складу та параметрів технічних засобів..... | 4 |
| 5.8 Вимоги до інформаційної і програмної сумісності.....  | 4 |
| 5.8.1 Обладнання.....                                     | 4 |
| 5.8.2 Мова програмування.....                             | 4 |
| 5.8.3 Вхідні дані.....                                    | 5 |
| 5.8.4 Вихідні дані.....                                   | 5 |
| 6 Вимоги до програмної документації.....                  | 5 |
| 7 Економічні вимоги.....                                  | 5 |
| 8 Вимоги щодо охорони праці.....                          | 5 |
| 9 Перелік документів, що розробляються.....               | 6 |
| 10 Етапи розробки.....                                    | 6 |
| 11 Порядок контролю та приймання.....                     | 6 |

## **1 Найменування та область застосування**

Це технічне завдання розповсюджується на розробку програмного забезпечення автоматизованої системи / компоненту програмного комплексу “Матеріали”, що входить до складу автоматизованої системи бухгалтерського обліку промислового підприємства.

## **2 Підстава для розробки**

Підставою для розробки служить завдання на лабораторну роботу видане на кафедрі програмного забезпечення.

## **3 Мета та призначення розробки**

Метою дипломного проектування є розробка програмного забезпечення системи..... Метою диплому є підвищення ефективності роботи системи бухгалтерського обліку на основі впровадження нових інформаційних технологій і застосування сучасних засобів програмування .....

## **4 Джерела розробки**

Джерелом цього дипломного проекту є відносна до теми література і існуючі аналоги.

Джерелом цього дипломного проекту є розробки, які ведуться на Інгульській шахті Східного Гірничо-збагачувального комбінату кафедрою ПЗ і стосовні до теми бібліографічні джерела.

## **5 Технічні вимоги**

### **5.1 Склад продукції**

Складниками розробки є:

- вибір і обґрунтування методів реалізації проекту;
- розробка програмної частин системи, а також розробка взаємодії системи з ОС та з користувачем;
- техніко-економічне обґрунтування доцільності прийнятого до розробки програмного забезпечення;
- аналіз умов праці;
- розробка програми, що реалізує спроектовані алгоритми роботи системи.
- аналіз існуючих комп'ютеризованих систем бухгалтерського обліку на предмет їхньої відповідності сучасним вимогам;
- вибір і обґрунтування методики побудови додатків і засобів їхньої реалізації;
- розробка структур даних і механізму їхньої взаємодії, робочих форм, засобів і правил бізнесу;
- техніко-економічне обґрунтування доцільності прийнятого до розробки компоненту автоматизованої системи бухгалтерського обліку;
- аналіз умов праці програміста в лабораторії K505;
- розробка програми, яка реалізує алгоритми роботи компоненту, а також розрахунок його тимчасових характеристик в рамках додаткового завдання.

### **5.2 Показники призначення**

Система повинна забезпечувати:

- цілісність даних у процесі роботи та при зберіганні;

- ведення бухгалтерських документів в формі їхнього природного подання;
- простий, інтуїтивно зрозумілий інтерфейс з користувачем;
- цілісність даних в таблицях БД.

### **5.3 Вимоги до функціональних характеристик**

Розроблене програмне забезпечення не повинно мати обмежень на версію драйверів та операційної системи.

Розроблене програмне забезпечення не повинно містити обмежень на розширення структур БД, форм, засобів, звітів і запитів SQL.

### **5.4 Вимоги до архітектури**

Компонент, що розробляється, повинен використовувати системні засоби та апаратні засоби, що на даному етапі розвитку обчислювальної техніки найбільше поширені.

Компонент, що розробляється повинен використовувати архітектуру клієнт/сервер, реляційні БД і об'єктно-орієнтовані засоби розробки.

### **5.5 Вимоги до надійності**

Програмні модулі написані по всім правилам, які стосуються стандартних викликів процедур, функцій, методів і форм, визначених технічною документацією на середовище розробки.

Компонент повинен використати існуючі угоди по стандартним викликам процедур, функцій, засобів і форм, визначених технічною документацією на середовище розробки.

### **5.6 Умови експлуатації**

Робочі місця користувачів ПЗ повинні задовольняти наступним умовам експлуатації:

- температура повітря: 18-20 град. по Цельсію;
- відносна вологість повітря до 80%;
- атмосферний тиск 107 кПа.

### **5.7 Вимоги до складу та параметрів технічних засобів**

Програмне забезпечення повинно бути реалізоване на ЕОМ типу IBM PC, працювати в ОС Windows і з сумісними з цією платформою пристроями і прикладним програмним забезпеченням.

Компонент повинен бути реалізований на ЕОМ типу IBM PC в операційному середовищі WINDOWS' XP і орієнтований на сумісні з цією платформою зовнішні пристрої, мережеве обладнання і прикладне програмне забезпечення.

### **5.8 Вимоги до інформаційної і програмної сумісності**

Переносність програмного забезпечення повинна бути забезпечена за рахунок його реалізації стандартного інтерфейсу взаємодії з ОС, що працюють під управлінням ОС Windows.

Сумісність програмного забезпечення повинна бути забезпечена за рахунок його реалізації засобами об'єктно-орієнтованої СУБД, працюючої під управлінням ОС Windows'XP (рекомендується СУБД Mysql).

### **5.8.1 Обладнання**

Комп'ютер Intel® Celeron/8 Mb/1.2 Gb/SVGA 14" 1Mb або сумісні з ним.

### **5.8.2 Мова програмування**

Середовище Delphi.

### **5.8.3 Вхідні дані**

Опис алгоритму роботи запропонованої системи.

### **5.8.4 Вихідні дані**

Робоча програма.

## **6 Вимоги до програмної документації**

Програмна продукція повинна бути представлена у виді опису структури даних, схем та опису алгоритму, а також текстів вихідних модулів програмного забезпечення згідно ЄСПД .

## **7 Економічні вимоги**



7.1 Для ПЗ необхідно виробити функціонально-вартісний аналіз варіантів розробки.

7.2 Виконати розрахунок витрат показників економічного ефекту з урахуванням цін на «\_\_\_»\_\_\_\_\_2017 року.

## **8 Вимоги щодо охорони праці**

В частині охорони праці дипломного проекту повинні бути розглянуті питання.....

## **9 Перелік документів, що розробляються**

|                                     |   |         |
|-------------------------------------|---|---------|
| Структурна схема                    | - | аркуш.  |
| Функціональна схема системи         | - | аркуш.  |
| Блок-схема алгоритму роботи програм | - | -       |
| аркуша.                             |   |         |
| Діаграма процесів                   | - | аркуш.  |
| Показники економічної ефективності  | - | аркуш.  |
| Пояснювальна записка                | - | аркуші. |

## **10 Етапи розробки**

10.1 Збір і обробка інформації по темі дипломного проектування.  
Постановка задачі на виконання дипломного проектування (складання ТЗ).

10.2 Проведення досліджень або експериментальних робіт для уточнення основних положень дипломного проектування.

10.3 Розробка функціональних схем, блок схем алгоритмів роботи програмного забезпечення.

10.4 Побудова схем взаємодії даних.

10.5 Створення прототипу ПЗ.

10.6 Налагодження ПЗ, аналіз отриманих результатів.

10.7 Робота над питанням охорони праці і техніки безпеки.

10.8 Розрахунок по техніко-економічному обґрунтуванню.

10.9 Робота над питаннями цивільного захисту.

10.10 Оформлення пояснювальної записки і виконання робіт по графічній частині.

## **11 Порядок контролю та приймання**

11.1 Подання проекту на попередній захист «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 р.

11.2 Подання дипломного проекту на захист «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 р.

## **10. Додаток 3**

| <b>Номер<br/>варіанта</b> | <b>Тема для розробки технічного завдання до л.р.№5</b>                                  |
|---------------------------|---|
| 01                        | Система моніторингу центрів обробки даних   |
| 02                        | Система моніторингу мережних принтерів  |
| 03                        | Система обробки мультимедіа даних   |
| 04                        | Система відеоспостереження  |
| 05                        | Система оперативного контролю роботи ОС Windows   |
| 06                        | Система захисту ПК від вірусів на основі використання сигнатурного аналізу              |
| 07                        | Система автоматизованого проектування друкованих плат                                   |
| 08                        | Система моніторингу технічних параметрів мікрокліматичної системи                       |
| 09                        | Система семантичного аналізу сайтів на основі Indy компонентів                          |
| 10                        | Система моніторингу шкідливого програмного забезпечення та протидії вірусній активності |
| 11                        | Система моніторингу мережної інфраструктури   |
| 12                        | Система адміністрування доступу до мережних пристроїв                                   |
| 13                        | Система оцінки стану гібридних жорстких дисків SSD/HDD                                  |
| 14                        | Система контролю дій користувачів у Інтернет кафе                                       |
| 15                        | Система обліку електроенергії для лічильників з імпульсним виходом                      |
| 16                        | Система нарахування заробітної плати на підприємстві                                    |
| 17                        | Система інформаційної системи підприємства  |
| 18                        | Система on- line системи контролю знань   |
| 19                        | Система автоматизованого резервного копіювання даних                                    |
| 20                        | Система машинного зору для контролю якості на виробництві                               |
| 21                        | Система ідентифікації компонентів ПК  |
| 22                        | Інтернет магазину на основі фреймворку Symfony  |
| 23                        | Система візуального контролю на базі ОС Android   |
| 24                        | Система віддаленого керування мобільними пристроями під керівництвом ОС Android         |
| 25                        | Система контролю екрана монітора ПК   |
| 26                        | Система управління пристроями інтелектуального будинку                                  |
| 27                        | Система моніторингу центрів обробки даних   |
| 28                        | Система оперативного контролю роботи ОС Windows   |

## **11. Додаток 4**

## Тематика для виконання самостійної роботи

1. Дослідження аспекту мобільності та адаптивності в сучасних САПР.
2. Дослідження загальних рис та відмінностей БД, БЗ, банків даних.
3. Дослідження механізмів набуття знань експертними компонентами САПР.
4. Дослідження методів оптимізації проектних рішень в САПР.
5. Дослідження модифікацій хвильового алгоритму ЛІ.
6. Дослідження застосування компонентів ІІІ в сучасних САПР.
7. Дослідження дискретних методів рішення задач синтезу і аналізу в САПР.
8. Дослідження застосування CASE – технологій при проектуванні САПР.
9. Дослідження методів та підходів до побудови ММ.
10. Дослідження методів синтезу етапу функціонально – логічного проектування ОП.
11. Дослідження методів блочно – модульного принципу побудови САПР.
12. Дослідження застосування алгоритму Форчуна в сучасних САПР
13. Дослідження еволюції розвитку сучасного ринку САПР.
14. Розробка програмного забезпечення підсистеми виконання лабораторної роботи № 2 «Декомпозиція проектної задачі» в інтерактивному режимі.
15. Розробка програмного забезпечення підсистеми виконання лабораторної роботи № 3 «Формалізація об'єкту проектування» в інтерактивному режимі.
16. Розробка програмного забезпечення підсистеми виконання лабораторної роботи № 5 «Визначення оптимального варіанту рішення задачі методом послідовного аналізу» в інтерактивному режимі.

17. Розробка програми розповсюдження хвилі для наглядної демонстрації на екрані монітора роботи хвильового алгоритму ЛІ.
18. Розробка програмного забезпечення підсистеми виконання лабораторної роботи № 6 «Визначення оптимального варіанту рішення задачі методом гілок та меж» в інтерактивному режимі.
19. Розробка програми розповсюдження хвилі для наглядної демонстрації на екрані монітора роботи променевих алгоритмів.
20. Розробка програми розповсюдження хвилі для наглядної демонстрації на екрані монітора роботи методу зустрічних хвиль.
21. Інтелектуальні САПР – реалія часу.
22. CASE – технології – перспективний розвиток сучасних САПР.
23. Класифікація засобів та методів CASE- технологій.
24. Класифікація ММ ОП в САПР.
25. Функціонально – структурний підхід до проектування проблемно-орієнтованих САПР.
26. Застосування CASE- технологій в сфері системного проектування.
27. Використання мережних технологій в сучасних САПР.
28. Функціонально – логічне проектування в САПР.
29. Системне проектування ОП- реалія часу.
30. Функціонально – структурний підхід до проектування проблемно-орієнтованих САПР.
31. Об'єкт проектування в умовах функціонування САПР: різновиди моделей ОП та їх безпосереднє призначення.
32. Захист ППП САПР за допомогою ключів доступу на основі унікальних ідентифікаторів програмного коду.
33. Системний (структурний рівень) комп'ютерного проектування складних систем.
34. Інтегрована САМ – система автоматизованого проектування конструкцій (технологічних процесів) різного призначення).
35. Інтегрована САД – система автоматизованого проектування конструкцій (технологічних процесів) різного призначення.

36. Інтегрована САЕ – система автоматизованого проектування конструкцій (технологічних процесів) різного призначення.
37. Технології управління проектуванням складних систем: - Case - технології.
38. Технології управління проектуванням складних систем: PDM - технології.
39. Технології управління проектуванням складних систем: CALS - технології.
40. Case – засоби аналізу та синтезу проектних рішень.

Навчально-методичне видання

Технології проектування комп'ютерних систем (ТПКС): методичні вказівки до виконання лабораторних та контрольних робіт для студентів денної та заочної форм навчання напряму підготовки 123 “Комп'ютерна інженерія”

Укладачі: О.К. Савеленко, К.О. Буравченко