

2.2. Основні математичні моделі ОС на різних рівнях проектування

Математичні моделі ОС, як і будь-якого іншого об'єкта проектування, повинні бути:

- *адекватними* (тобто описувати властивості об'єкта з необхідною точністю);
- *універсальними* (тобто придатними для широкого класу об'єктів);
- *економічними* (тобто потребуючої мінімальної кількості обчислень при опрацюванні);
- *простими і наочними* для використання.

Проте, жодна модель не може задовольнити всім цим вимогам, тому використовується система моделей.

При цьому процес проектування розбивається на декілька *рівнів*.

При проектуванні ОС можна виділити **три** ієрархічні рівні.

1. Вищий рівень – ОС розглядається як елемент у ланцюзі різноманітних пристроїв, що входять в оптичний прилад і функціонують спільно.

Використовується *зовнішня функціональна модель*, що описує ОС безвідносно до фізичних принципів її роботи, тобто як перетворювач сигналів загального виду.

На цьому рівні визначаються значення зовнішніх характеристик всіх елементів, у тому числі й ОС, що забезпечують оптимальне функціонування оптичного приладу в цілому.

2. Середній рівень – ОС розглядається, як система, що складається з елементів.

В залежності від деталізації розгляду цей рівень може бути розбитий на декілька підрівнів.

а) *Вищий* – як елементи виступають вузли, що мають самостійне значення (наприклад, об'єктиви, окуляри, що обертають системи);

б) *Середній* – як елементи виступають компоненти з відомими абераційними властивостями;

в) *Нижній* – як елементи виступають оптичні поверхні і середовища.

Задачею проектування на цьому рівні є визначення значень конструктивних параметрів, що забезпечують необхідні значення зовнішніх характеристик, отриманих на вищому рівні.

Використовується *внутрішня функціональна модель*, що відбиває фізичні принципи формування оптичного зображення.

Основним поняттям цієї моделі є *функція зіниці*, що показує як впливає ОС на електромагнітне поле, що проходить через неї.

Використовується *принципова конструкційна модель*, що містить у собі конструктивні параметри, що визначають функціонування ОС – параметри оптичних середовищ, поверхонь і їх взаємного розташування.

3. Нижній рівень проектування ОС рекомендується у виді сукупності оптичних деталей, закріплених в оправах; тут визначаються конструктивні елементи, що забезпечують надійне закріплення деталей і розташування їх друг відносно друга з необхідною точністю.

Використовується *детальна конструкційна модель* ОС, що включає в себе математичний опис кріпильних елементів, взаємного розташування і рухів деталей тощо.

Існують також математичні моделі, що володіють загальними рисами і використовуються на будь-якому рівні:

Оптимізаційна модель описує ОС як об'єкт оптимізації. Вона включає:

- характеристики ОС, що ми хочемо поліпшити (оптимізувати);
- параметри, зміною яких ми робимо оптимізацію;
- обмеження на область можливих змін і математичні співвідношення, що зв'язують параметри і характеристики.

Статистична модель – характеризує ОС як об'єкт, отриманий у процесі виготовлення і складання деталей.

Оскільки існують технологічні похибки, що носять випадковий характер, то конструктивні параметри і характеристики ОС стають випадковими величинами,

закони розподілу котрих і описуються за допомогою статистичної моделі. Ця модель необхідна при визначенні допусків на технологічні похибки.

Система математичних моделей ОС безупинно розвивається й удосконалюється, охоплюючи нові класи оптичних елементів і явищ, використовуваних при побудові ОС.

Враховуються нові чинники і процеси, що дозволяє підвищити надійність і достовірність проектних робіт, зменшивши в такий спосіб витрати на фізичне моделювання і натуральне дослідження систем, що особливо актуально для високоякісних ОС.

Математичні моделі:

- Модель ОС в області аберацій 3-го порядку
- Модель з урахуванням аберацій вищих порядків
- Променева модель
- Дифракційна модель
- Енергетична модель
- Модель з урахуванням розсіяного світла
- Модель ОС з урахуванням термомеханічних навантажень і збурень
- Модель з урахуванням реальних помилок виготовлення поверхонь, неоднорідностей оптичних середовищ, похибок юстування
- Модель ОС з урахуванням дифракційного розподілу випромінювання між елементами, зокрема з урахуванням гаусових пучків
- Вартісна модель.