

**КИЇВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

**На правах рукопису**

**ТАМУРОВ Володимир Іванович**

**ПРОЕКТУВАННЯ ВІДБИВАЮЧИХ ЗАСОБІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ  
ВІЗУАЛЬНОЮ ІНФОРМАЦІЄЮ (ЗЗВІ) ПОСТІВ УПРАВЛІННЯ  
З ОБМЕЖЕНИМ ПОЛЕМ ЗОРУ**

**05.01.01. — «Прикладна геометрія та інженерна графіка»**

**А в т о р е ф е р а т**  
дисертації на здобуття ученого ступеня  
кандидата технічних наук

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано у Донецькій державній Академії управління та  
у Донецькому державному університеті.

Науковий керівник

кандидат технічних наук,  
доцент Ю.М.Кавун.

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук,  
професор К.О.Сазонов,  
кандидат технічних наук,  
професор Ю.В.Гвоздев.

Ведуча організація

Донецьке відділення Хар-  
ківського науково-дослід-  
ного інституту судових  
експертиз ім.М.С.Бокаріуса  
/ ДВ ХНДІСЕ /

Захист відбудеться " 20 " квітня 1994р. о 13  
годині на засіданні спеціалізованої наукової ради Д 068.05.03  
при Київському державному технічному університеті будівництва і  
архітектури, 252067, Київ, Повітрянофлотський проспект, 31, ауд. 319

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Київського  
державного технічного університету будівництва і архітектури.

Автореферат розіслано " 18 " березня 1994р.

Учений секретар  
спеціалізованої ради,  
кандидат технічних наук

В.О.ПЛОСКИЙ



ЛННБ України ім.В.Стефаніка



00756746 (Z)

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність. Сучасне економічне становище країни з усією очевидністю диктує необхідність створення нової високопродуктивної і висококомфортабельної техніки, яка б з успіхом використовувалась як для внутрішніх потреб, так і була б конкурентоздатною на світовому ринку. Однією з важливих проблем при проектуванні постів управління з обмеженим полем зору є проблема забезпечення оператора необхідною інформацією у межах функціональних зон машини, що підвищує продуктивність праці і рівень безпеки робіт. Питаннями нормування та контролю оглядових якостей різноманітних транспортних засобів постійно займались і продовжують дослідження як спеціальні міжнародні організації, так і галузеві міністерства, окремі науково-дослідні установи та виробничі підприємства, однак ані єдиних норм, ні єдиних методик контролю досі не створено, при тому, що існуючі методики мають у здебільшому суттєві вади, навіть неодноразові спроби створення єдиних норм під егідою ООН успіхом не увінчалися. У останнє десятиріччя деяке розповсюдження в різних галузях набула методика проектування і контролю оглядовості, розроблена Ю. М. Кавуном, однак указана методика стосується лише пропускаючих ЗЗВІ і не передбачає проектування відбиваючих засобів, хоча у їх застосуванні є наявна потреба для значної більшості транспортних засобів. Становище посилюється ще й тим фактом, що проектування відбиваючих поверхонь нелінійних форм відображене у дуже малій кількості робіт і лише декілька торкаються графічних способів, які мають неабияке значення, навіть при дуже розвиненій системі автоматизації проектування.

Подана дисертаційна робота присвячена питанням геометричного моделювання об'єктів організації оглядовості, принципам урахування динамічних характеристик середовища, графічним способам визначення параметрів оглядовості, автоматизації процесів проектування відбиваючих ЗЗВІ.

Дисертацію написано на матеріалах розробок, які виконано на замовлення кількох підприємств, що займаються проектуванням та виробництвом різних транспортних засобів.

Мета роботи. Розробка графо-аналітичних методів аналізу і прогнозування оглядовості через відбиваючі поверхні, формування таких поверхонь, їх розміщення та визначення орієнтації, а також

автоматизації указаних процесів на різних стадіях створення простору управління з обмеженим полем зору.

Для досягнення наміченої мети необхідне вирішення таких задач:

1. Розробити графічний спосіб визначення блискучих точок на довільній відбиваючій поверхні при заданих точці зору і точці-об'єкті.
2. Розробити плоску геометричну модель динамічного середовища.
3. Побудувати алгоритм графічних операцій для визначення параметрів організації оглядовості через відбиваючі поверхні.
4. Вивести аналітичні співвідношення параметрів моделювання оглядовості через відбиваючі ЗЗВІ, розробити алгоритми їх автоматизованого визначення, програмно реалізувати методику автоматизованого проектування відбиваючих ЗЗВІ.
5. Запропонувати формулу для кількісної характеристики оглядовості, яка забезпечується відбиваючими поверхнями.
6. Впровадити результати теоретичних досліджень у практику проектування оглядовості реальних транспортних засобів.

Методика досліджень. У роботі використано методи дискретного моделювання, центрального проектування, реконструкції зображень, оптики і акустики та ергономіки.

Теоретичною базою поданих досліджень є твори:

- по геометричному моделюванню поверхонь: М. Ф. Свєтїфєєва, С. М. Ковальова, С. М. Колотова, В. С. Михайленка, В. О. Осипова, О. В. Павлова, О. Л. Підгорного, К. О. Сазонова, П. В. Філіпова;

- по оптиці і акустиці - В. І. Арнольда, О. Н. Варченко, В. І. В'ячкова, Дж. Бруса, В. Р. Гамільтона, М. Герцбергера, О. С. Денісова, П. Джібліна, А. Зоннефельда, М. О. Ігнатова, О. Ю. Луцка, В. С. Михайленка, О. Л. Підгорного, М. М. Русаєва, М. О. Риніна, Ю. В. Чебанова, Б. І. Чернікова, О. П. Шербака.

- по проблемам вдосконалення оглядових якостей машин та поліпшення умов праці - О. О. Авенаріуса, М. О. Андронова, В. І. Аполосова, О. М. Волобаєва, В. Н. Волтенкова, Л. О. Вайнштейна, Е. В. Гаврилова, Б. О. Губарьова, В. Я. Дамилєнка, В. Я. Димерського, В. Т. Дубовенка, В. Н. Євсїфєєва, І. М. Глініча, Ю. М. Кавуна, Є. І. Кальченка, В. Ф. Кюса, Ю. М. Німцова, В. М. Облівіна, В. Б. Проценка, В. Н. Ситника, Є. І. Сухова, С. О. Тернова, Л. К. Чучаліна, В. Ю. Шевченка, І. Шунке, П. М. Шербакіова.

Наукова новизна результатів досліджень:

- спосіб визначення блискучих точок на довільній відбиваючій

поверхні;

- геометричний принцип проектування з обмеженої множини центрів;
- комплекс алгоритмів для визначення параметрів організації оглядовості через відбиваючі ЗЗВІ, які задовольняли б необхідні умови;
- формула кількісної характеристики оглядовості, забезпечуваної відбиваючими поверхнями і загальною.

Практична цінність. Розроблені принципи і методи проектування відбиваючих ЗЗВІ дозволяють здійснити проектування поста управління, який відповідає нормативним вимогам, а також вимогам візуального комфорту, що значно поліпшує умови праці, підвищує продуктивність і безпеку виконання робіт.

На захист виносяться:

1. Графічний спосіб визначення блискучих точок на довільній відбиваючій поверхні, зокрема, на поверхні обертання.
2. Геометричний принцип проектування з обмеженої множини центрів з метою створення графічної моделі динамічного середовища.
3. Комплекс графічних рішень позиційних задач, зв'язаних з проектуванням відбиваючих поверхонь.
4. Принципи і алгоритми визначення параметрів організації оглядовості через відбиваючі ЗЗВІ.
5. Функція кількісної характеристики оглядовості.

Реалізація роботи. Практичне впровадження результатів дисертаційної роботи здійснено:

- у Челябінській філії НАТІ при розрахунках дзеркал заднього виду машино-тракторних агрегатів;
- на Ухтомському вертольотному заводі імені М.І.Камова при проектуванні відбиваючих ЗЗВІ;
- у науково-дослідному інституті ВЦДІ буддсрмаш при проектуванні задньої оглядовості будівельних і дорожніх машин.

Економічний ефект від впровадження указаних розроблень склав 60,2 тис. карбованців за цінами 1989 року.

Апробація роботи. Основні положення роботи докладено і обговорено:

- на Всесоюзному науково-технічному семінарі "Стан і перспективи художнього конструювання тракторів і сільгоспмашин. Поліпшення умов праці механізаторів", м. Мінськ, 1982р.;
- на Всесоюзній науково-технічній конференції "Стан і перс-

пактиви розвитку ергономіки у лісозаготівельній промисловості і лісному господарстві", м.Красноярськ, 1984р.;

- на науково-технічних радах лабораторії охорони праці та ергономіки ЦЕДІМЕ, 1987, 1988рр.;

- на Всесоюзній конференції "Сучасні проблеми інформатики, обчислювальної техніки і автоматизації", Москва, 1988р.;

- на Всесоюзній науково-технічній конференції "Геометричне моделювання інженерних об'єктів і процесів. Системотехнічні аспекти", м.Вологда, 1989р.;

- на науково-технічній конференції Маміївського інженерно-будівельного інституту, 1989р.;

- на науково-технічних конференціях Донецького державного університету, 1990-1992рр.;

-на наукових семінарах кафедри нарисної геометрії, інженерної та машинної графіки Київського державного технічного університету будівництва і архітектури, 1993, 1994рр.

Обсяг роботи. Дисертація складається з чотирьох глав, закінчення, списку використаної літератури / 143 назви/. Робота містить 92 сторінки машинописного тексту, 54 рисунки, 1 таблицю.

#### ЗМІСТ РОБОТИ

З початку роботи обгрунтовано актуальність питання, наведено огляд літератури по проблемі, проаналізовані досягнення і недоліки існуючих методів проектування оглядовості, сформульовано мету і поставлено задачі дослідження.

Авторами багатьох робіт наводиться перелік об'єктів або зон які повинні постійно чи тимчасово знаходитись у полі зору оператора на протязі виробничого процесу, але котрі, при деяких обставинах, або не попадають у зону огляду, або їх спостереження зв'язане з необхідністю порушення безперервності продуктивного процесу, витрат часу на переключення уваги, підвищенням стомлювання. Ці негативні явища, зокрема, пояснюються або відсутністю ЗЗВІ, або їхнім невірним розміщенням, або недосконалістю діючих норм. Багато авторів як одну з причин називають відсутність задовільних методик проектування і оцінки оглядовості.

Для створення методики проектування відбиваючих ЗЗВІ на геометричній основі з метою перенесення на реальні об'єкти розвинених у геометрії методів установадження властивостей і взаємних залежностей її елементів зроблено класифікацію об'єктів організації огля-

довості і встановлено їхню геометричну структуру.

З метою скорочення кількості графічних операцій, або їх упрощення, а також у зв'язку з необхідністю встановлення власноруч геометричних об'єктів і способів геометричних рішень задач, яких бракує у даному аспекті, розроблено, зокрема, спосіб визначення блискучих точок на довільній поверхні. Основною способом є побудовування точки перетину двох кривих ліній на відбивачій поверхні - геометричного місця точок перетину нормалей до поверхні, проведених через пряму, яка з'єднує точку спостереження і точку-об'єкт, і геометричного місця псевдодзеркальних точок, які будуться для проєкцій точок спостереження і об'єкту на площині перерізів поверхні. Псевдодзеркальні точки визначаються таким чином. До лінії перерізу проводять у залежності від потрібної точності кілька нормалей і відносно кожної з них будується точка, симетрична, наприклад, точці спостереження, яка з'єднується з точкою-об'єктом прямою лінією. Точка перетину цієї прямої з відповідною нормаллю - то є блискуча точка еквідистанти лінії перерізу. Крива, утворена з таких точок, перетинає лінію перерізу у псевдодзеркальній точці, тобто у точці, яка, у загальному випадку, не є блискучою точкою поверхні. Блискуча точка, яка знаходиться серед множини псевдодзеркальних точок, повинна збігатися з точкою перетину поверхні відповідною вищевказаною нормаллю.

Найбільш розповсюдженими поверхнями, які застосовуються у техніці, є поверхні обертання, тому у роботі багато уваги приділено питанню визначення блискучих точок саме для таких поверхонь. Враховуються за доцільне побудовування блискучих точок із застосуванням площин, перпендикулярних осі обертання. У такому випадку задача пошуку блискучої точки зводиться до плоского варіанту, коли лінією перерізу є дзеркальне коло. Слідування загальній схемі у аналітичній формі приводить до рівняння розв'язуючої кривої:

$$x(x^2+y^2) = x_1 \frac{y_2 - y_1}{y_2 + y_1} (x - y) + 2 \frac{x_1^2 - y_1 y_2}{y_2 + y_1} xy,$$

де  $(x_1, y_1)$  - координати точки спостереження А,

$(-x_1, y_2)$  - координати точки-об'єкту В у прямокутній декартовій системі координат з началом у центрі О дзеркального кола і віссю ОУ, яка проходить через центр О відрізка АВ / рис. 1 /. Порівнявши одержану формулу з рівнянням відомої кривої - косої стрілоїди,

Схема визначення блискої точки на дзеркальному колі

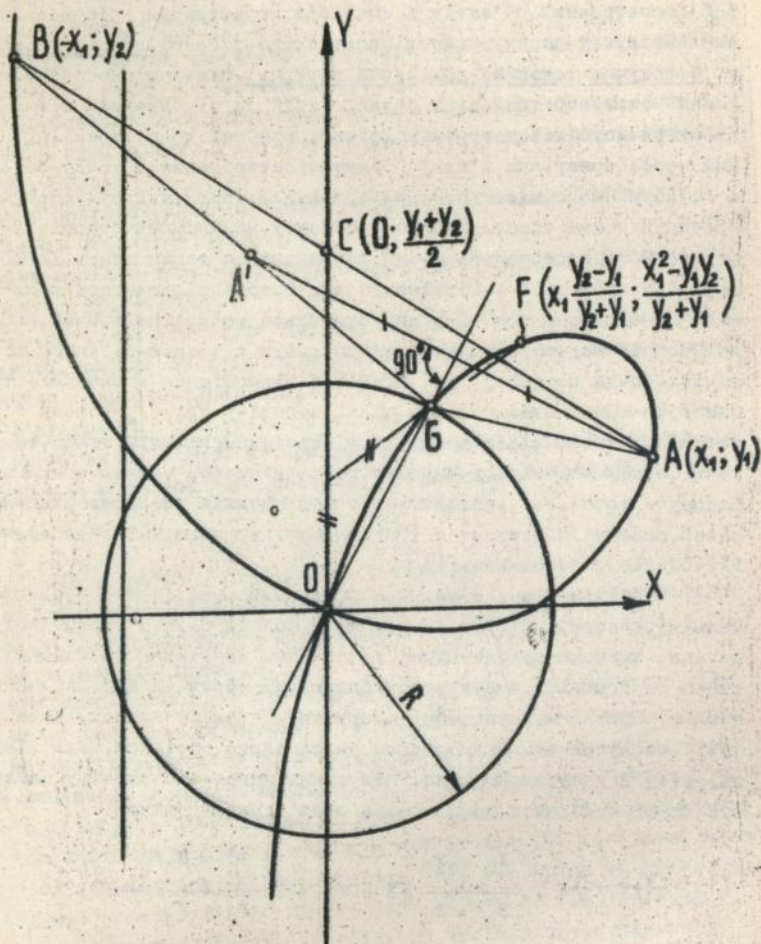


Рис. 1

призводить до висновку, що особливий фокус F строфоїди виражається через координати точок A і B так:

$$x_F = x_1 \frac{y_2 - y_1}{y_2 + y_1} ; \quad y_F = \frac{x_1^2 - y_1 y_2}{y_2 - y_1} ,$$

Ця властивість строфоїдм дозволяє побудувати її відомим простим способом із використанням точки F також і для недоступних об'єктів.

У подальших дослідженнях виявлено деякі оптико-геометричні властивості строфоїди, які мають практичний інтерес. Так, наприклад, при виборі взаємного розташування точок A, B, O і блискучої точки B можуть бути корисними такі факти, що усі пари спряжених точок строфоїди, у оптичному сенсі, зв'язані між собою як точки A і B, для нескінченно віддаленої точки-об'єкту B / точки сходу / точка зору A збігається з фокусом F строфоїди і таке інше.

За різними даними, час сприйняття інформації та її переробки знаходиться у межах від 0,3 до 0,8с. У деяких крайніх розрахунковий час терміну реакції водія автомобіля приймають рівним 2-3с, наприклад, при визначенні відстані обгону. У складних незнайомих ситуаціях час реакції може збільшуватися до 5с. За ствердженнями спеціалістів, водій автомобіля дивиться у дзеркало заднього виду приблизно 3,1% робочого часу. Такі дані визначають потребу урахування фактору динаміки при проектуванні відбиваючих ЗЗВІ. Необхідні для аналізу і документування графічні моделі динамічного середовища у цьому випадку втрачають як другорядну потребу точного відображення пропорцій картини, яку сприймає водій, тому з'являється можливість зменшення операцій і спрощення процесу побудування такої моделі. В зв'язку з цим запропоновано графічну модель динамічного середовища, яка утворюється проектуванням з обмеженої множини центрів на дві площини проєкцій. Множина центрів проектування утворюється як сукупність точок, симетричних точці зору відносно площин, дотичних до відбиваючої поверхні. Проєкція контрольної точки одержується як точка перетину площини проєкцій з прямою, яка з'єднує центр проектування, точку дотику і точку-оригінал. Горизонтальну площину проєкцій доцільно обрати на рівні спільної площини пересування транспортного засобу. Друга площина проєкцій, у залежності від форми відбиваючої поверхні, може бути або перпендикулярною до продольної осі машини, або паралельною осі відб -

вавчої поверхні обертання, або ж вибраною з інших міркувань зручності побудування і аналізу графічної моделі. Горизонтальна проекція динамічної ситуації дає уявлення про дійсні траєкторії об'єктів руху у горизонтальних площинах, друга проекція – про взаємні просторові переміщення елементів. Для побудування і аналізу моделі динаміки може бути використано координатну або кутову сітку, нанесену на площини проєкцій / рис. 2 /. У практичному застосуванні графічних моделей динамічного середовища може бути корисним розподіл картини на рухомі і нерухомі елементи і зображення їх різних варіантів на двох комплектах прозорих пластин. Траєкторії рухомих елементів повинні бути проградуйовані у одиницях параметрів руху. Оуміщення таких картин дозволяє комбінувати і аналізувати різні динамічні ситуації. У загальному випадку геометричне місце центрів проєктування являє собою просторовий варіант ортотоміки, тобто гомотетичні лодери відбиваючої поверхні з центром у точці спостереження і коефіцієнтом 2. Практично не дає змогу безпосередньої заміни ортотомік їх револутами, які являють собою відповідні таким ортотомікам каустики, за допомогою відомого метода кінцевих перерізів.

Проектування відбиваючих ЗЗВІ містить у собі задачі визначення місця їх розташування і кількості, форми відбиваючих поверхонь, їх орієнтації і метричних характеристик. Основні етапи проектування:

1. Визначення меж можливого розміщення відбиваючого ЗЗВІ.

2. Вибір спрної точки відбиваючої поверхні.

3. Визначення орієнтації відбиваючого ЗЗВІ.

4. Побудування відображень контрольних екстремальних точок при заданій формі поверхні, або вибір форми поверхні при заданих місцях відображень контрольних точок.

5. Визначення розмірів відбиваючих ЗЗВІ.

Для визначення меж можливого розміщення ЗЗВІ необхідно побудувати ситуаційну модель, яка відображує насиченість інформацією зон безпосереднього огляду через пропускарчі ЗЗВІ. Таку модель доцільно виконувати у формі плоскої топологічної картини оглядовості за методом Ю. М. Кавуна, тому що вона може бути застосована і для проектування загальної оглядовості. На ситуаційній моделі для розміщення відбиваючих ЗЗВІ вибирається зона, найменш насичена контрольною інформацією, і реконструюється у свої ортогональні проєкції. Така зона обмежена кінцею або пірамідальною поверхнею. Перетин цієї поверхні з поверхнею, яка обмежує конструктивно можливе розміщення відбиваючих ЗЗВІ, визначає рішення задачі першого етапу проектування.

Схема побудовання кутової сітки на площинах проєкції

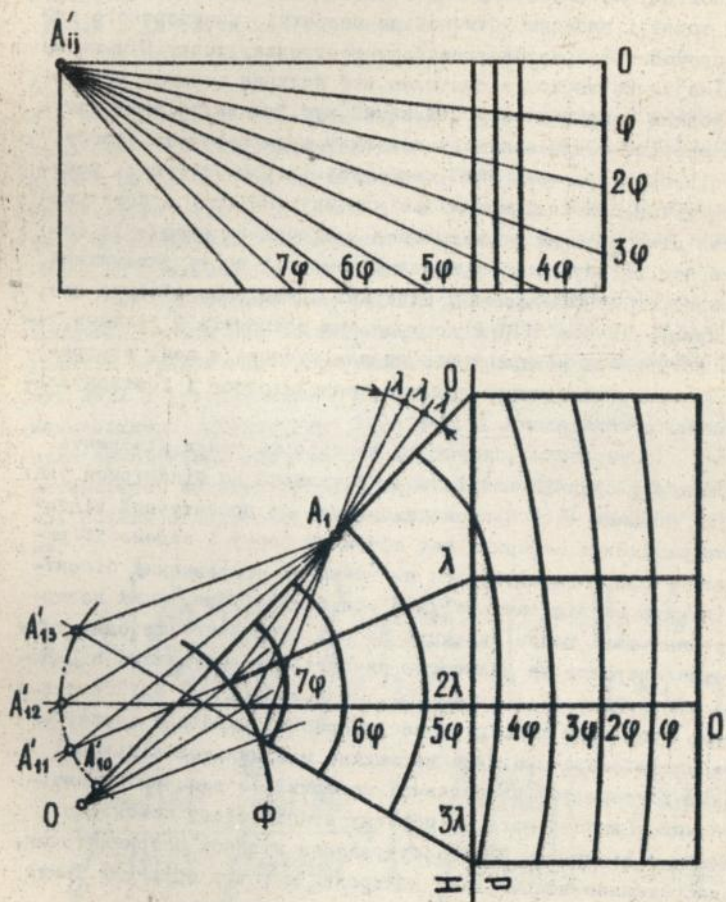


Рис. 2

На другому етапі визначається так звана опорна точка відбиваючої поверхні, яка для зовнішніх дзеркал є точкою перетину променя, спрямованого з точки зору у частину зони розміщення дзеркала, відповідну по характеру екстремальності контрольній екстремальній точці, і площини, дотичної до поверхні транспортного засобу, яка проходить через екстремальну контрольну точку. При цьому екстремальна точка вибирається такою, щоб дотична площина створювала з головним напрямом зору найменший кут. Для внутрішніх дзеркал вибір опорної точки залежить від виду транспортного засобу, конфігурації пропускаячого ЗЗВІ, конфігурації, яку утворюють контрольні точки. Так, для машини, яка має площину симетрії і симетричне відносно цієї площини розташування контрольних елементів, доцільно вибрати опорну точку у площині симетрії поста управління, якщо це конструктивно можливо, у перетині прямої, яка з'єднує центри фігур пропускаячого ЗЗВІ і контрольних елементів і площини, дотичної до затіняючої поверхні машини, яка містить в собі екстремальну точку, таку, що гострий кут між вищезначеною і горизонтальною площинами є найбільший.

Точка спостереження, опорна та контрольна точки утворюють кут з вершиною у опорній точці. Перпендикулярна до бісектриси указаного кута площина – то є площина, дотична до проектисмої відбиваючої поверхні. Якщо поверхня має сферичну форму і задано її радіус, то центр сфери визначається як точка на продовженні бісектриси, яка лежить на відстані радіусу від опорної. Для інших поверхонь обертання така точка належить до осі обертання. Ще одну точку осі можна одержати за допомогою аналогічних побудовань відносно другої екстремальної контрольної точки, вибір якої здійснюється з міркувань одержання відображення інформації найбільш сприятливого сприйняття оператора. Якщо не задано мінімальної кількості метричних характеристик відбиваючої поверхні, то вони визначаються за допомогою визначеного на першому етапі об'єму можливого розташування відбиваючих ЗЗВІ побудованням кількох опорних точок, які є відображенням відповідних контрольних точок об'єктів. Таким чином визначається орієнтація відбиваючих поверхонь.

Після цього на відбиваючій поверхні будуються відображення решти контрольних точок і окреслюється контур, створений такими відображеннями. Тим самим визначаються метричні характеристики відбиваючого ЗЗВІ.

Побудовані на дзеркальній поверхні точки зображуються у лі-

ційній перспективі для документування і аналізу сприйняття оператором дійсної картини, а для кількісної оцінки оглядовості через відбивачі ЗЗВІ одержані на них зображення будуються на топологічній картині оглядовості, яка має властивість рівновеликості площ з їх сферичною перспективою.

По приведеній схемі розроблено комплекс графічних операцій проектування відбивачих ЗЗВІ. Крім того, окремим пунктом розглянуто близько сотні позиційних задач для відбиваючих поверхонь обертання, у яких по трьох заданих елементах оптико-геометричної моделі відбиття визначаються всі інші її елементи, що має практичне значення у проектуванні відбиваючих ЗЗВІ, або при створенні нормативних вимог до розташування об'єктів оглядовості.

Для скорочення часу проектування, звільнення інженера від копіткої роботи при необхідності вибору з великої кількості варіантів передбачено автоматизацію процесу проектування відбиваючих ЗЗВІ у інтерактивному режимі. Для цього визначено етапи автоматизованого проектування, його методи і алгоритми, виведено формули аналітичних залежностей параметрів оглядовості, розроблено математичну модель, створено пакет прикладних програм. Для кількісної оцінки оглядовості через відбивачі ЗЗВІ запропоновано формулу:

$$k = \frac{1}{3} \cdot \left[ \frac{\int_0^{t_H} \sigma_B(t) dt}{\int_0^{t_H} \sigma(t) dt} \cdot \frac{\int_0^{t_H} s_C(t) dt}{\int_0^{t_H} s(t) dt} \cdot \left( 1 - \frac{|t_P - t_H|}{t_P + t_H} \right) + \right. \\ \left. + \frac{\int_0^{t_H} \lambda_n(t) dt}{\int_0^{t_H} \lambda(t) dt} \cdot \frac{\int_0^{t_H} \varphi_n(t) dt}{\int_0^{t_H} \varphi(t) dt} + \left( 1 - \frac{\int_0^{t_H} h(t) dt}{\int_0^{t_H} l(t) dt} \right) \cdot \left( 1 - \frac{\int_0^{t_H} r(t) dt}{\int_0^{t_H} m(t) dt} \right) \right],$$

де  $\sigma_B(t)$ ,  $\sigma(t)$  - площі відповідно видимої частини і усього контрольованого об'єкту, визначені у рівновеликій проекції у момент часу  $t$ ;

$s_C(t)$ ,  $s(t)$  - площі відповідно частини дзеркала, яка не затіняє інформативної зони безпосереднього огляду і усього дзеркала, визначені у рівновеликій проекції у момент часу  $t$ ;

$\lambda_n(t), \varphi_n(t)$  - найбільший кут огляду зображення об'єкту відповідно у горизонтальному і вертикальному напрямках у момент часу  $t$ ;  
 $\lambda(t), \varphi(t)$  - найбільший кут огляду об'єкту з точки зору оператора відповідно у горизонтальному і вертикальному напрямках у момент часу  $t$ ;

$h(t), r(t)$  - максимальна відстань найбільшої горизонтальної відповідно вертикальної хорди зображення об'єкту на відбиваючій поверхні від геодезичної, яка з'єднує кінці хорди, у момент часу  $t$ ;

$l(t), m(t)$  - довжина найбільшої горизонтальної відповідно вертикальної хорди зображення об'єкту на відбиваючій поверхні у момент часу  $t$ ;

$t_n, t_p$  - необхідний і відповідно реальний час перебування контрольного об'єкту у полі зору оператора.

Перший доданок у квадратних дужках характеризує відносну кількість сприйнятої інформації, другий - кутові викривлення огляду і третій - нелінійні викривлення. У разі, коли об'єктом є лінія, площі замінюються відповідними довжинами у еквадистантній проекції об'єкту, коли об'єктом є точка, по визначенню, перші два множники першого доданку, другий і третій доданки дорівнюють одиниці, якщо зображення об'єкту знаходиться у полі зору мінімально необхідний час і дорівнює нулю, якщо цього не відбувається. Інтегралі можуть бути обчислені за формулами трапецій, або Сімпсона, або другими чисельними методами, причому достатню точність забезпечуватиме розбиття інтервалу інтегрування на частини довжиною у 0,1с, що дорівнює мінімальному часу реакції оператора. Формулу може бути застосовано і при оцінці оглядовості через пропусканні ЗЗВІ, при цьому, по визначенню, другий множник першого доданку дорівнює одиниці, другий і третій доданок дорівнюють одиниці, якщо об'єкт перебуває мінімальний необхідний час у полі зору і дорівнюють нулю, якщо цього не відбувається.

Легко бачити, що всі значення  $k$  знаходяться у інтервалі  $[0; 1]$  тому є можливість виразити коефіцієнт оглядовості у процентах. При необхідності формулу може бути доповнено ваговими коефіцієнтами у залежності від важливості об'єкту, або тієї чи іншої характеристики його оглядовості.

Дані у роботі наведено конкретні приклади застосування розроблених методів у автомобілебудівництві, у тракторобудівництві, при проектуванні оглядовості дорожників і будівельних машин, а також

вертольотів.

Перспективи застосування наведених розробок містять у собі можливість упровадження методики у практику проектування, де питання оглядовості мають досить актуальне значення, наприклад, у забезпеченні оглядовості операторів морських та річних суден, при проектуванні теплових концентраторів та аналізу наслідків теплової деформації відбиваючих поверхонь, при вирішенні задач освітлення, термії механічних пружних зіткнень, акустики та багатьох інших задач фізики, де майже для кожного розділу існують математичні моделі процесів, пов'язаних з відбиттям, тощо.

Щодо розвитку теоретичних питань, які мають практичне значення, заслуговують на увагу такі: принципи і методи конструювання відбиваючих поверхонь з наперед заданими властивостями викривлення, зокрема, локально-неперервного характеру; геометричні принципи проектування оптичних систем, виправляючих викривлення відображення, відбиття при криволінійному переміщенні його агента, а також при криволінійному проектуванні, моделювання динаміки при взаємному переміщенні елементів оптичної ситуації, виявлення оптико-геометричних властивостей еквідистант різних кривих і поверхонь, проектування з обмеженої множини центрів на нелінійні поверхні, тощо.

#### ВИСНОВКИ

1. Розроблено графічний спосіб визначення блискучих точок на довільній відбиваючій поверхні.
2. Виявлено деякі оптико - геометричні властивості кривої третього порядку - косої строфоїди, як розв'язуючої кривої при визначенні блискучих точок на найбільш поширених у техніці поверхнях - поверхнях обертання. Виявлені властивості мають практичне значення при вирішенні ряду задач проектування відбиваючих ЗЗВІ.
3. Запропоновано спрощену графічну модель контролю динамічного середовища, яка отримується за допомогою проектування з обмеженої множини центрів на дві площини проєкцій. Множиною центрів є просторовий варіант ортотоміжк відбиваючої поверхні. Вказано на можливість вибору інших картинних поверхонь, а також заміни множини центрів проектування.
4. Розроблено алгоритми і графічні способи визначення пара-

метрів організації оглядовості через відбиваччі ЗЗВІ - місця їх розташування, орієнтації, метричних характеристик.

5. Розроблено графічні розв'язання більшості позиційних задач, виникаючих при проектуванні відбиваючих поверхонь обертання.

6. Розроблено програмний комплекс для автоматизації процесів визначення параметрів організації оглядовості через відбиваччі ЗЗВІ.

7. Запропоновано формулу кількісної характеристики оглядовості через відбиваччі поверхні з урахуванням динаміки відображення. Формулу може бути використано також для загальної оцінки оглядовості.

8. Запропоновано структурну схему конструкторських робіт при проектуванні відбиваючих ЗЗВІ.

9. Розглянуто перспективи застосування розробленої методики, а також розвитку її змістовної частини.

10. Результати дисертаційної роботи впроваджено при проектуванні відбиваючих ЗЗВІ у ВО ІЖМАШ, у ЧФ НАПІ, у НВО НДІбуддормаш, на Ужтомському вертольотному заводі ім. Камова. Економічний ефект складає 60,2 тис. рублів за цінами 1989р.

Основні положення дисертації опубліковано у таких роботах:

1. Кавун Е.М., Тамуров В.И. К вопросу проектирования обзорности транспортных средств // Прикладная геометрия и инженерная графика. - Киев, Будівельник, 1982, вип. 33 - с. 83-84.

2. Тамуров В.И. Один графический способ определения блестящей точки на окружности. - Киев: УкрНИИТИ, 1988, N 2031-Ук88.

3. Тамуров В.И. Некоторые оптико-геометрические свойства одной кривой третьего порядка. - Киев: УкрНИИТИ, 1989, N 2103-Ук89.

4. Тамуров В.И. Позиционные задачи проектирования оптических ситуаций с отражающими поверхностями вращения. - Киев: УкрНИИТИ, 1990, N 1170-Ук90.

5. Тамуров В.И. Графическая модель контроля динамической среды через отражающие поверхности. - Киев: ИНТЕ Украины, 1994, N 269-Ук94.

6. Тамуров В.И. К вопросу проектирования отражающих поверхностей. - Киев: ИНТЕ Украины, 1994, N 270-Ук94.

*Тамуров В.И.*

ЛНБ ім. В. Стефаника  
АН України

---

Підп. до друку 14.03.84. Формат 60×84<sup>1/16</sup>. Папір друк. № 2. Офсетний др.  
Умовн. друк. арк. 0,83. Умовн. фарб.-відб. 416 Облік.-вид. арк. 1,0 Тираж 100 прим.  
Замовлення № 5-1318.

---

ДМОПН, 340050, Донецьк, вул. Артема, 96





AB 29.504