

КИЇВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І
АРХІТЕКТУРИ

На правах рукопису

Кавун Ірїя Макарович



ОРГАНІЗАЦІЯ ВІЗУАЛЬНОГО КОМФОРТУ ОПЕРАТОРА ЗАСОБІВ
ТРАНСПОРТУ ЗА ГЕОМЕТРИЧНИМИ ПАРАМЕТРАМИ

05.01.01 - "Прикладна геометрія та
інженерна графіка"

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

дисертації на здобуття ученого ступеня
доктора технічних наук

Київ - 1994.



Дисертація є рукопис

Роботу виконано у Донецькому державному університеті і
Інституті екологічних технологій Донбасу Міжнародного,
центру наукової культури

Науковий консультант: заслужений діяч науки України,
д.т.н., проф. Михайленко Всеволод Евдокимович

Офіційні опоненти: д.т.н., проф. Сазонов Константин Олександрович
д.т.н., проф. Бадаєв Мрія Іванович
д.ф.-мн, проф. Горр Генадія Вікторович

Провідна установа: Центральне конструкторське бюро "Шхуна"

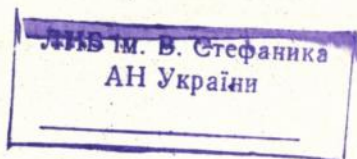
Захист відбудеться 29 червня 1994 року о 13 годині на
засіданні спеціалізованої вченої ради Д 068.05.03 у Київському
державному технічному університеті будівництва і архітектури
за адресою: 252037, Київ - 37, Повітрофлотський проспект, 31,
аудиторія 319.

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

Автореферат розісланий " 28 " листопада 1994 року

Вчений секретар
спеціалізованої ради Д 068.05.03

Плоский В.О.



В-30.443

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

А к т у а л ь н і с т ь. У теперішній час перед різними галузями машинобудування поставлено задачу створення нових видів транспортних засобів, які б мали можливість розвивати високі робітничі швидкості, здібних агрегатуватися великим рядом навісного обладнання, багатоцільових по своєму технологічному призначенню, які б відповідали високим конструктивним вимогам і забезпечували підвищення продуктивності праці та безпеку виконання робіт.

Питання забезпечення візуального комфорту оператора засобів транспорту - моделювання, експертиза прогнозування і пошук критеріїв поліпшення оглядовості - є важливою ланкою при проектуванні високопродуктивних машин і машинних агрегатів, обладнаних постами управління з обмеженим полем зору.

Розробку методів поліпшення оглядовості визвано прагненням підвищити продуктивність праці, знизити матеріалоємкість машини, забезпечити безпеку виконання робіт. Значний інтерес до проблеми поліпшення оглядовості спостерігається в автомобілебудуванні, судобудуванні, в області створення сільськогосподарських машин, італьних апаратів, будівельної, дорожньої, горнодобуваючої техніки, в інших галузях машинобудування. Підвищені вимоги забезпечення візуального комфорту оператора в системі "зовнішнє середовище - машина-людина" викликав необхідність більш суворого аналізу проблем забезпечення оглядовості ще в процесі створення машини. Розрахунок параметрів компоновки машини, конструювання постів управління, організація робочого місця оператора, формування конструктивних елементів, пропускаючих і відбиваючих засобів забезпечення візуальної інформації (ЗВІ) з урахуванням оглядових вимог, являють собою складну задачу, основу якої повинна складати спеціально розроблена теорія, яка б урахувала можливість на будь-якій стадії створення машини застосувати методи і алгоритми моделювання, контролю, прогнозування і управління станом її оглядовості.

Огляд наукової літератури у цій галузі показує, що у теперішній час розроблені теорії ще не відповідають вимогам практики розрахунку і конструювання машин. Тому подальший розвиток загальних концепцій машинобудування засобом створення прикладних теорій, здібних урахувати особливі вимоги експлуатації машин і призначених для розв'язання задач їх конструювання, являє собою актуальну проблему, яка має важливе народногосподарське значення.

М е т а р о б о т и. Побудування прикладної теорії оглядовості, здібної урахувати візуальні вимоги на будь-якій стадії створення транспортних засобів. Створення і впровадження у серійне виробництво зручних для практичного застосування графічних, аналіти-

чних, чисельних методів, алгоритмів і програмних засобів плоского моделювання оглядовості машин, експертизи, прогнозування і управління її станом, а також розробка засобів і принципів залучення геометричних характеристик компоновочних і формоутворюючих параметрів елементів і зовнішнього середовища за умовами оглядовості транспортних засобів.

Методика досліджень. У роботі застосовані методи: дискретного моделювання, центрального проектування, топологічних відображень, номографії, реконструкції зображення, теорії геометрії ткани, теорії плоских кривих, математичної картографії.

Теоретичну основу досліджень складають труди:

- по нarisній, аналітичній і диференціальній геометрії - П.С. Олександрова, М.Ф. Євстіфєєва, Г.С. Іванова, С.М. Колотова, І.І. Котова, В.Е. Михайленка, П.С. Моденова, В.О. Осипова, О.О. Павлова, О.В. Павлова, О.В. Погорєлова, О.Л. Підгорного, М.М. Рижова, Ю.Г. Стояна, О.М. Тевліна, П.В. Філіпова, С.О. Фролова, М.Ф. Четверухіна, В.І. Якуніна;
- по математичному та чисельному аналізу - С. Банаха, В.О. Ільїна, Л.В. Канторовича, В.І. Крилова, Г.М. Фіхтенгольца;
- по теорії геометрії ткани і аксонометрії на криволінійних осях - В. Бляшке, Р.Д. Бредлі, М. Єгера, Х.Л. Логана, Г.К. Ніколаєвського, Е. Штіфеля;
- по теорії математичної картографії - О.В. Граура, В.В. Каврайського, Г.О. Мещерякова, М.Д. Соловйова;
- по теорії плоских кривих - О.О. Савєлова, О.С. Смогоржевського;
- по проблемам оптимізації оглядовості і поліпшення умов праці - О.О. Авенаріуса, М.О. Андропова, В.В. Білоцерковського, В.Н. Болтенкова, Л.О. Вайнштейна, Е.Н. Григорьєва, І.М. Гурбанова, Ю. О. Долматовського, В.Г. Дубовенка, В.Я. Димарського, В.Н. Євстіфєєва, І.М. Ілініча, М.В. Маркова, В.М. Муніпова, В.М. Облівіна, В.В. Осіпчука, В.Б. Проценка, В.О. Соколова, Є.І. Сухова, В.Н. Ситніка, І.І. Трепененкова, Л.К. Чучаліна.

Н а у к о в а н о в и з н а результатів досліджень:

- вперше досліджено геометричну структуру візуального простору оператора, виявлено візуальні інгредієнти, визначено їх функціональне значення, взаємозв'язок та умови забезпечення огляду об'єктів спостереження у системі "оператор - машина - функціональна зона";
- побудовано прикладну теорію оглядовості засобів транспорту, яка дозволяє здійснювати моделювання, оцінку і прогнозування стану оглядовості машини на будь-якій стадії проектування, а також визначити компоновочні і формоутворюючі параметри її конструктивних елементів та зовнішнього середовища за умовами оглядовості;
- розроблено геометричні принципи формоутворення елементів візуаль-

ного простору, а також визначення компоновочних, конструктивних та установчих характеристик машин та зовнішнього середовища;

- розроблено проєкційний геометричний апарат плоского з інваріантами відображення предметного простору, на основі якого одержано ряд найбільш раціональних для мети моделювання оглядовості проєкцій;
- створено нову произвольну біцентрально-циліндричну проєкцію, яка має вигідні наочні властивості при відображенні візуальної ситуації;
- розроблено геометричні методи і алгоритми вирішення комплексу інженерних задач оглядовості як статичного так і динамічного характеру;
- розроблено спеціальну номограму і графічні ключі до вирішення задач метризації плоских графічних картин огляду;
- розроблено геометричне і програмне забезпечення одержання формоутворюючих, конструктивних та установчих параметрів пристроїв з різною кривизною відбиваючої поверхні;
- розроблено новий спосіб кількісної та якісної оцінки стану оглядовості перспективних моделей машин як для статичного, так і динамічного положення точки зору оператора;
- створено систему графічних робіт комплексного проєктування машин по критеріям оглядовості.

Сформульовані та обґрунтовані в роботі научні положення, розроблені алгоритми і методи інженерних розрахунків, результати впровадження досліджень у виробництво у сукупності можна розглядати як вирішення крупної народногосподарської проблеми по підвищенні продуктивності, допільненню умов праці і забезпеченню безпеки виконання робіт.

На захист вноситься:

- теорія організації оглядовості засобів транспорту по геометричним параметрам;
- геометричні принципи формування інгредієнтів візуального простору у системі "оператор - машина - функціональна зона";
- геометричне забезпечення і алгоритми вирішення комплексу інженерних задач по визначенню компоновочних і конструктивних параметрів машини і зовнішнього середовища;
- проєкційний геометричний апарат плоского з накладеними інваріантами відображення предметного простору;
- вільна біцентрально-циліндрична проєкція для відображення візуального простору, яка має вигідні наочні властивості;
- спосіб плоского графічного моделювання і реконструкції статичного і динамічного стану оглядовості машин, універсальний відносно їх конструктивної множини;
- геометричне забезпечення і алгоритми розрахунку формоутворюючих,

конструктивних і установчих параметрів відображувачих засобів за-
безпечення візуальною інформацією;

- метода метризації плоских моделей оглядовості за допомогою спеці-
ально розробленої номограми;

Практична цінність роботи і реалі-
зація результатів досліджень. Цикл робіт,
який включає 18 НДР і 21 ОКР для 15 НДІ, КБ і підприємств 9 галузей
народного господарства, у яких автор був науковим керівником і голо-
вним конструктором, було виконано у рамках цільових комплексних про-
грам ряду галузей народного господарства. В результаті автором роз-
роблено і введено при проектуванні різних видів транспорту:

- нових конструктивно-компоновочних схем - 3;
- нових конструкцій постів управління - 21;
- програмних засобів для ЕОМ - 17;
- модифікацій машин - 8;
- експертиза оглядових якостей машин - 16;
- методичних і керівних документів для 9 галузей машинобудування - 10;
- вітчизняну редакцію стандартів РЗВ для нормування параметрів ог-
лядовості будівельних машин - 1.

По темі дисертації одержано: авторське свідоцтво на винахід
N 441466, свідоцтво N 18620 на промисловий зразок с.г. трактора, дві
медалі ВДНГ СРСР "За досягнені успіхи у розвитку народного господа-
рства СРСР". Результати роботи введено в учбовий процес у двох
ВУЗах. Економічний ефект від впровадження результатів роботи складає
2,1 млн. крб. (у цінах 1993 р.).

А п р о б а ц і я р о б о т и. Основні положення дисертаційної
роботи було докладано і обговорено:

- на 18-и щорічних науково-технічних конференціях КІБІ, ДонДУ, ДПІ,
МакІБІ впродовж 1972 - 1987 р.р.
- на Всесоюзному семінарі по безпеці руху робітників автотранспорту
Мінтяжбуду СРСР м. Донецьк, 1975 р.;
- на Всесоюзній науково-технічній конференції по стану і перспекти-
вам розвитку ергономіки в Мінлісбумпромі СРСР Держлісгоспі СРСР
м. Красноярськ, 1984 р.;
- на Всесоюзному науково-технічному семінарі по стану і перспекти-
вам розвитку художнього конструювання і поліпшенню умов праці ме-
ханізаторів у тракторному і сільськогосподарському машинобудуван-
ні, м. Мінськ, 1982 р.;
- на IV Всесоюзній конференції по гігієні і охороні праці у будів-
ництві, м. Москва, 1984;
- на науково-технічних радах БФ ВНДІТЕ, м. Мінськ, 1981 р.;
- ЧФ НАТІ, м. Челябінськ, 1981 р.; ЧТЗ, м. Челябінськ, 1981 р.; НАТІ, м.
Москва, 1981, 1982 р.р.; ЦНДІМЕ, м. Хімки, 1986, 1987 р.р.;

- на науково-технічному симпозиумі "Застосування систем автоматизованого проектування у машинобудуванні", м. Ростов, 1983 р.;
- на V-й міжнародній конференції по ергономії вчених і спеціалістів країн - членів РЕВ, м. Прага, ЧССР, 1984 р.;
- на науковому семінарі кафедри креслення МАІ, 1985, 1987 р.р.;
- на Всесоюзному семінарі "Кібернетика графіки", м. Москва, 1985, 1987 р.р.;
- на науковому семінарі відділу математичного моделювання і оптимального проектування Харківського інституту проблем машинобудування АН УРСР, 1986 р.;
- на Всесоюзній науково-технічній конференції по геометричному моделюванню інженерних об'єктів і процесів, м. Вологда, 1987 р.;
- на Московському семінарі по нарисній геометрії і кресленню, 1988р.;
- на Всесоюзній конференції (ВДНГ СРСР) по проблемам теорії зображень і нарисній геометрії, м. Москва, 1987, 1988 р.р.;

П у б л і к а ц і я р е з у л ь т а т і в д о с л і д ж е н ь . По темі дисертації опубліковано 52 роботи, у тому числі 36 статей у науково-технічних журналах і збірниках, 7 тезисів докладів на галузевих, всесоюзних і міжнародних конференціях і описів винаходів, 7 програмних засобів, зареєстрованих в ДержФАП СРСР, і монографія.

О б с я г р о б о т и. Дисертація складається із введення (обґрунтування та постановка задачі дослідження), п'яти розділів (глав), закінчення, списку використаної літератури (360 найменувань) і додатку. Робота має 269 сторінок машинописного тексту, 103 рисунки, 28 таблиць і 9 схем.

ЗМІСТ РОБОТИ

В в е д е н н я. Обґрунтовано актуальність теми, проведено огляд і критичний аналіз літератури по досліджуваній проблемі, сформульовано мету, поставлено задачі дослідження.

У п е р ш і й г л а в і розглядаються питання геометричного генезису інгредієнтів візуального простору і їх формоутворення. Міра візуального комфорту оператора у системі "оператор - машина - функціональна зона" визначається взаємним розміщенням точки зору (з характеристик геометрії її траєкторії руху), візуальних перешкод і об'єктів спостереження (з характеристик їх геометричних меж). Запропоновано придати такі найменування геометричним межах області існування візуальних інгредієнтів: для точки зору - область розташування точки зору (ОРТЗ), для візуальної перешкоди - межа перешкоди (МВП), для об'єктів спостереження - область розміщення об'єктів спостереження (ОРОС). Виходячи з практики машинобудування, у роботі розглядається переважно монокулярна система зору оператора при різних геометричних характеристиках траєкторії її руху.

При завданні двох елементів візуальної ситуації можливе визна-

чення параметрів третього інгредієнту, а за заданими параметрами одного елементу - одержання ряду можливих рішень для інших елементів візуальної ситуації, що дозволяє здійснити вибір найбільш раціональних конструктивних рішень. Задачі оглядовості носять проєкційний характер, тому пряма, як елемент механізму проєктування, при своєму русі утворює клас лінійчатих поверхонь, які безпосередньо впливають на формування елементів візуальної ситуації, що є центральним питанням досліджень цього розділу.

Багатьма авторами розглядалися часткові типи задач різного теоретичного та прикладного характеру, які мали аналогічні механізми математичних методів рішення, однак питання оглядовості мають свій напрямок і потребують спеціальної класифікації і визначення принципів їх рішення. Таблиця ілюструє спектр задач оглядовості з урахуванням відрізняючих ознак елементів візуальної ситуації, продиктованих практикою машинобудування і відображають місце у цій роботі, де вони розглядаються у тій чи іншій мірі.

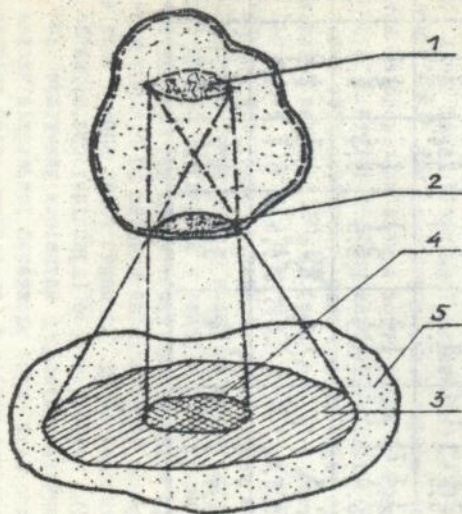
Класифікацією задач за принципами розв'язання можна подати таким чином (рис. 1).

З а д а ч і г р у п и 1 ($1.1''-1.7''; 1'.1''-1'.7''; 1.1'-1.9'$). Розв'язання їх зводиться до побудування кінчної поверхні, вершина якої збігається з точкою зору оператора, або точечним об'єктом спостереження, які знаходяться у стаціонарному положенні, а напрямна-межа візуальної перешкоди або об'єкту спостереження. У результаті при розв'язанні задач $1.1-1.7$ утворюються шукані межі зон і об'єктів розміщення різних об'єктів спостереження, при розв'язанні задач $1.1''-1.7''$ - об'єм розташування точки зору оператора, а при розв'язанні задач $1'.1''-1'.9'$ - межі візуальної перешкоди.

З а д а ч і г р у п и 2 ($2.1''-3.7''; 2'.1''-3'.7''; 2.1'-3.9'$). Їх розв'язання зводиться до розв'язання ряду задач групи 1, де за точки зору (або точечні об'єкти спостереження) обираються вершини та кінці ламаної.

З а д а ч і г р у п и 3 ($4.1''-5.7''; 4'.1''-5'.7''; 4.1'-5.9'$), зводяться до задач групи 2 при апроксимації кривих ліній ламаної. Аналітичний спосіб розв'язання задач цієї групи зводиться до моделювання лінійчатої поверхні, де напрямними є межі візуальної перешкоди (або об'єкта спостереження) і криволінійна траєкторія руху точки зору (лінійний об'єкт спостереження), а твірна - пряма, яка проходить через точки дотику площини з напрямними при "обкатуванні" цієї площини. Спосіб "обкатки" площини по напрямним залежить від конкретних цілей розв'язуваних задач. У найбільш простих випадках можливі два способи "обкатки" - напрямні знаходяться з однієї сторони площини (рис. 2) і по різні сторони.

Структура визуального пространства



1. Область движения точки зрения
2. Граница визуальной помехи
3. Область обобщенного обзора
4. Область постоянного обзора
5. Опорная поверхность

Рис.1

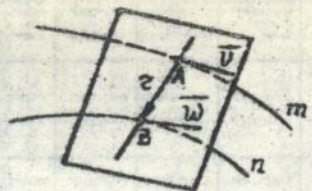


Рис.2

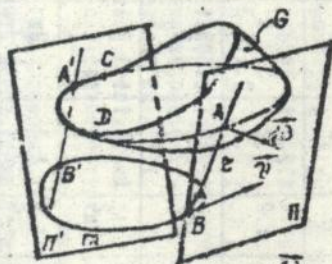


Рис.3

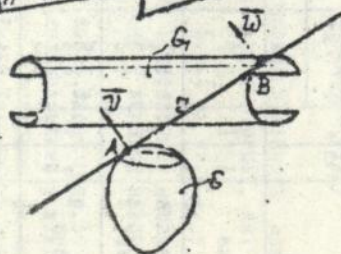


Рис.4

Класифікація геометричних задач оглядовості
і їх місце у роботі

Таблиця

З а д а ч і	Геометрична характеристика ОРТЗ і ОРСС	Геометрична характеристика ГВП								
		ОРТЗ	ОРСС	Многокутник	Коніка	Лінія плоска	Многокутник просторовий	Лінія просторова	Многокутник	Поверхня замкнута
				плоский						
			1"	2"	3"	4"	5"	6"	7"	
1	Точка	1	1'	1.3, 4 2.7 3.2, 2	1.2	1.2, 5, 1 5.2 5.3	1.3 3.2, 2 5.1, 5.3	1.2 3.2 5.4	1.2 5.1 5.6	1.2 3.2 5.4
2	Відрізок прямої	2	2'	1.3 1.4 4.2	1.2	1.2, 5, 1 5.2 5.3	1.3, 5, 1 5.2 3.2, 2	1.2 3.2 5.4	1.2 5.1 5.6	1.2 3.2 5.4
	Ламана	3	3'	1.3, 5, 1 5.2 5.3	1.2	1.2, 5, 1 5.2 5.3	1.3, 5, 1 5.2 3.2, 2	1.2 3.2 5.4	1.2 5.1 5.6	1.2 3.2 5.4
3	Коніка	4	4'	1.2, 1.3 3.3, 5, 0	1.2 5.4	1.2 3.3	1.2 1.3	1.2 3.3	1.2 5.3	1.2 3.3
	Лінія	5	5'	1.3, 5, 1 5.2 5.3	1.2	1.2, 5, 1 5.2 5.3	1.3, 5, 1 5.2 3.2, 2	1.2 3.2 5.4	1.2 5.1 5.6	1.2 3.2 5.4
4	Поверхня, обмежена многокут.	6	6'	1.3, 2, 7 5.1 5.5	1.2	1.3 5.1 5.5	1.3, 2, 7 5.1 5.5	1.2 3.2 5.4	1.2 5.1 5.6	1.2 3.2 5.4
	Поверхня, обмежена лінією	7	7'	1.3, 2, 7 5.1 5.5	1.2	1.2 5.1 5.5	1.3 5.1 5.5	1.2 3.2 5.4	1.2 5.1 5.6	1.2 3.2 5.4
5	Многокутник	8	8'	1.3 3.2, 2 5.6, 5, 0	1.2	1.2 3.2, 2 5.6, 5, 1	1.3 3.2, 2 5.6, 5, 1	1.2 3.2 5.4	1.2 5.1 5.6	1.2 3.2 5.4
	Поверхня замкнута	9	9'	1.2 5.4	1.2	1.2 5.4	1.2 5.4	1.2 3.2 5.4	1.2, 1.3 5.1 5.6	1.2 3.2 5.4

Канонічну систему рівнянь, які визначають розташування твірної Z , одержують, якщо задати напрямні у параметричній формі, за умов належності векторів \vec{z} , \vec{z}' і AB площини Π (див. рис. 2) у вигляді:

$$\frac{x - x_1(t)}{x_2(s(t)) - x_1(t)} = \frac{y - y_1(t)}{y_2(s(t)) - y_1(t)} = \frac{z - z_1(t)}{z_2(s(t)) - z_1(t)} \quad (1)$$

При змінненні параметру t твірна Z формує лінійчасту поверхню, яка безпосередньо визначає елементи візуальної ситуації, які шукаються.

З а д а ч і г р у п и 4 (6.1"-7.7"; 6.1"-7.7"; 6.1"-7.9") може бути розв'язано переважно аналітичними і чисельними методами. Графічні способи розв'язання раціональні тільки у випадку найпростіших форм елементів візуальної ситуації.

Аналітичні способи розв'язання цієї групи задач (рис. 3) зводяться до моделювання лінійчатої поверхні, де напрямними є межі візуальної перешкоди (або об'єкту спостереження) і поверхня, на якій задано рух точки зору (або поверхня об'єкту спостереження), а твірна - пряма, яка проходить через точки стикування площини з напрямними при "обкатуванні" їх цієї площиною. Як і у попередній групі задач "обкатка" площини по межі заданої поверхні, а також по контурній лінії поверхні руху точки зору (поверхні об'єкту спостереження). Задачі групи 4 мають бути вирішені як окремі випадки "обкатки" площиною кривої лінії (межі візуальної перешкоди) CAD і площиною Π контурної лінії CAD , або їх сполученням. У першому випадку можливо скористатися методом розв'язання задач групи 3. Визначивши за напрямні лінійчатої поверхні лінійну межу візуальної перешкоди і поверхню руху точки зору, одержують розв'язання задач групи 4, за умов ортогональності векторів \vec{z} і AB (див. рис. 3) у вигляді (1).

З а д а ч і г р у п и 5 (8.1"-9.7"; 8.1"-9.7"; 8.1"-9.9"). Їх розв'язання може бути зведене до розв'язання відповідних задач групи 4. При русі точки зору у межах об'єму огляд об'єктів спостереження буде адекватний огляду у випадку руху точки зору у межах поверхні, яка обмежує цей об'єм. Розв'язання задач цієї групи, а також ряду задач групи 4 (у випадку багатогранної поверхні) має бути зведене до розв'язання задач групи 1, де за положення точок зору (точечних об'єктів спостереження) обрано вершини многогранника.

Розповсюдженим варіантом у практиці машинобудування є випадок, коли межами візуальної перешкоди (при товстостінних огороджувачих конструкціях поста управління) і об'єму розташування точки зору є поверхні. Побудова лінійчатої поверхні для таких типів задач зводи-

ться до пошуку контурних ліній на двох поверхнях.

Використовуючи задані рівняння до чергових поверхонь і умову колінеарності векторів \vec{v} і \vec{w} та ортогональність їх вектору AB (рис.4), одержують систему 6-ти рівнянь, яка дозволяє визначити параметричне рівняння контурів поверхонь, які "обкатують".

Якщо лінії або поверхні задано точечним каркасом, то задачі вирішуються чисельними методами: у випадку завдання їх аналітичних форм – аналітичними чисельними або змішаними способами; при графічному завданні – будь-яким зручним способом. Можна припустити, що задачі по визначенні параметрів елементів візуальної ситуації з точністю, яку потребує практика машинобудування, піддається розв'язанню, яке допускає автоматизацію за допомогою ЕОМ.

В роботі розглянуто приклади формоутворення візуального інгредієнту за заданими двома, як результат перетину площини з лінійчатою поверхнею, для якої напрямними є деякі геометричні конфігурації – два еліпси, еліпс і лінія 6-го порядку, сфера і еліпс.

Лінійчату поверхню, як межу відкритого і закритого поля зору, можна одержати графічно у результаті косокутного паралельного проєктування вигибаних плоских перерізів інгредієнтів візуального простору. При цьому перерізи повинні бути паралельними площинам проєкції, а їх контури містять розпізані характерні точки. Якщо варіювати напрямок проєктування, змінюють взаємне положення проєкцій об'єктів і фіксують ряд точок їх взаємного дотику, які визначають просторове положення твірних лінійчатої поверхні, яка шукається. У зв'язку з тим, що поданий графічний метод отримання лінійчатої поверхні є досить трудомістким, то доцільно запропоновану операцію здійснювати на ЕОМ за допомогою інтерактивної машинної графіки.

Принцип утворення компоновочних інгредієнтів розглянемо на основі спеціальної графічної діаграми, яку пропонується назвати **д і а г р а м а е к с т р е м а л ь н о г о с т а н у о г л я д о в о с т і (ДЕСО)** (рис.5).

Побудування ДЕСО починаємо з вибору **в і з у а л ь н о ї б а з и**, окреслюючи на ортогональному кресленні непрозорі контури елементів машини, форми яких практично не змінюються у процесі її проєктування. Наприклад, до візуальної бази трактора можна віднести ходову систему, двигун, що у своїй сукупності утворює площину або поверхню з замкнутим контуром. Якщо контур бази криволінійний або складається з кількох замкнутих конфігурацій – треба апроксимувати його єдиним замкнутим, окресленим ламаною лінією, або контуром, причому горизонтальна проєкція візуальної бази повинна бути однозначним відображенням.

В и з н а ч е н н я е к с т р е м а л ь н и х о б ' є к т і в с п о с т е р і г а н н я здійснюють на основі ортогонального кре-

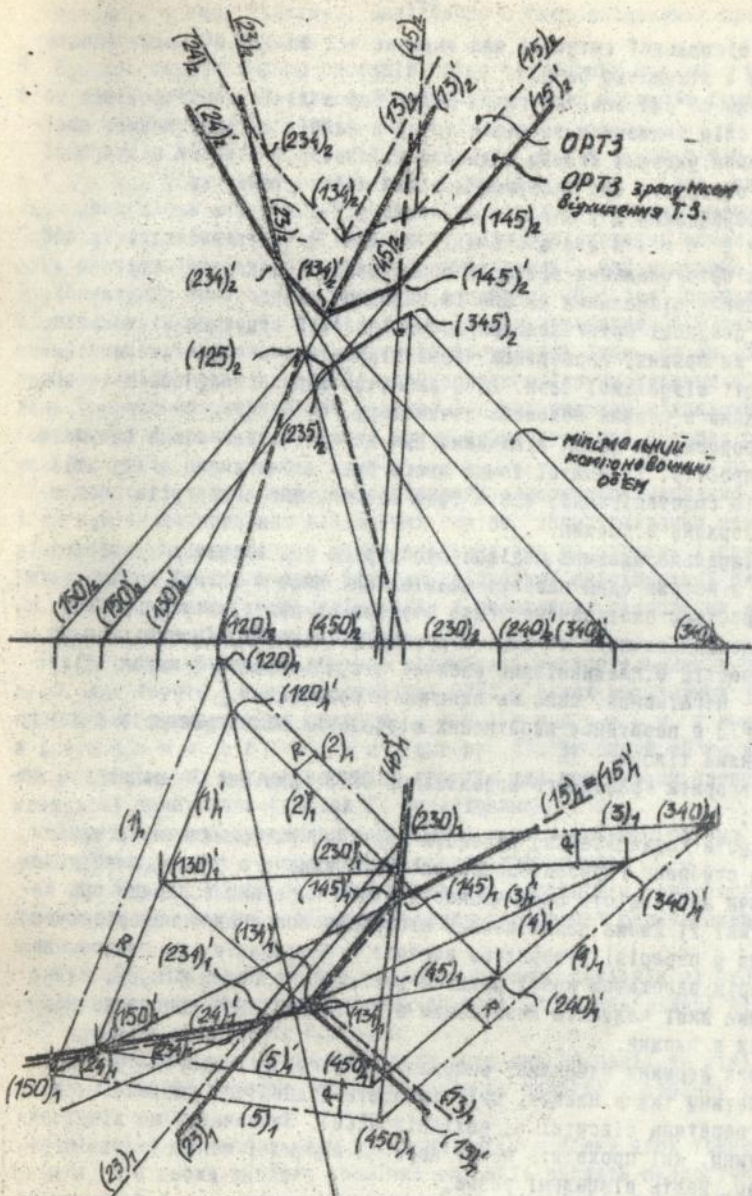


Рис. 5

слення візуальної ситуації, яка включає всі задані об'єкти спостереження і візуальну базу.

Якщо об'єкт спостереження являє собою лінію, поверхню, або об'єк-ем, то слід визначити на ньому точку з найбільш "жорсткими", екстремальними умовами огляду відносно відповідної сторони візуальної бази і оперувати єм, враховувачи даний об'єкт точечним.

Побудовання д і а г р а м и е к с т р е м а л ь н о г о с т а н у о г л я д о в о с т і полягає у одержанні однієї, або кількох ортогональних проєкцій конфігурації, утвореної слідами екстремальних візуальних площин (в. площин), окресленні візуальної бази і побудові ортогональних проєкцій ліній перетину візуальних площин як прямих, проведених через відповідні вершини указаної конфігурації візуальної бази. ДЕСО визначає міру огляду об'єктів спостереження з різних положень точки зору.

Продовжувачи уверх в. площини при деяких умовах можна одержати такий простір, із кожною точкою якого буде забезпечено огляд усіх об'єктів спостереження, тобто буде забезпечено огляд усіх зовнішніх поверхонь в. площин.

Візуальна площина поділяє простір на два візуальні напівпростори, з котрих один назвемо позитивним, якщо з кожною точкою цього напівпростору забезпечено огляд зовнішньої поверхні відповідної грані компоновочного об'єму, а другий негативним. Іншими словами - напівпростір в. площини, який включає візуальну базу у межах її сторони, - негативний, який не включає - позитивний.

ОРТЗ є перетином позитивних візуальних напівпросторів і тому є випуклий тілом.

Алгоритм графічного моделювання ОРТЗ (див. рис. 5) полягає у тому, що:

1. Будують горизонтальну проєкцію перетину екстремальних в. площин, яка створена горизонтальною площиною заданого рівня, використовувачи властивість паралельності ліній перетину в. площин при перетині її двома паралельними площинами (опорною і перерізавчою).
2. Якщо у перерізі утворилась вогнута конфігурація, то продовження сторін одержаною конфігурацією утворюють випуклу фігуру, кожна точка якої належить позитивним в. напівпросторам, одночасно для усіх в. площин.
3. Через вершини одержаної випуклої конфігурації проводять лінію перетину тих в. площин, які створюють відповідні вершини (якщо ці перетини відсутні на вихідній ДЕСО). Зазначимо, що лінії перетину, які проходять через вершини випуклої конфігурації перерізу, мають візуальні ребра.
4. Фіксують горизонтальні проєкції візуальних точок перетину трьох (або більше) сусідніх в. площин, які беруть участь у побудованні

випуклої фігури перетину. Дані точки є горизонтальними проєкціями візуальних вершин.

5. Будуть горизонтальну проєкцію графа візуальних вершин і ребер.
6. Будуть фронтальну (при необхідності і інші) проєкції графа візуальних вершин і ребер.

Побудування ОРТЗ з урахуванням відхилення точки зору оператора (див. рис.5) здійснюється на основі ДЕСО, отриманої у результаті паралельного переміщення на величину R заданого радіусу відхилення точки зору всіх в.площин всередину замкнутої конфігурації, яку утворено слідами в.площин, які беруть участь у створенні ОРТЗ без урахування відхилення точки зору. У цьому випадку для утворення ДЕСО випадає необхідність викреслювання проєкцій візуальної бази. На рис.5 для порівняння показано два ОРТЗ: побудованого без урахування відхилення (означений цифрами без штриха) і з урахуванням відхилення (означений цифрами зі штрихом) точки зору оператора у межах радіуса R .

В роботі також приведено табличний алгоритм побудування ОРТЗ і алгоритми моделювання візуальних зон по запропонованим ознакам візуальних напівпросторів для візуальних зон на площині і прямій, що зводяться до визначення відсіку (відрізку) перетинаючої площини (лінії), кожна точка якої лежить у позитивних візуальних напівпросторах відносно усіх в.площин.

Простір, обмежений опорною площиною і екстремальними в.площинами, які беруть участь у створенні ОРТЗ у межах негативних напівпросторів, пропонується назвати мінімальним компонентом (див.рис.5). Указаний об'єм дозволяє конструктору мати визначений простір для компоновки елементів машини на початкових стадіях її проектування.

Алгоритм побудування мінімального компоновочного об'єма на основі ДЕСО при двох трикутникових гранях наступний:

1. Будуть лінії перетину в.площин, сусідніх з трикутною гранню від її вершини до найближчої візуальної прямої перетинаємих в.площинами.

2. Будуть лінії перетину пари в.площин, сусідніх зі знайденими гранями, від останньої вершини до перетину з найближчої візуальної прямої розглядаємих в.площин.

3. Аналогічним чином виконують графічні операції до тієї пори, доки граф ліній перетину всіх в.площин не приведе у вершину другої трикутної грані.

Якщо на ортогональному кресленні ДЕСО є більш двох трикутних граней, то у цьому випадку графічні операції роблять аналогічно вказаному, але з умовою, що граф ліній перетину в.площин будуть

послідовно по одному ребру від кожної трикутної вершини, тобто будуть одночасно декілька гілок доки вони не торкнуться, утворивши закінчений деревовидний граф. Слід урахувати, що точка перетину двох гілок графа є характерною точкою для подальшого його побудовання, і у цій точці закінчують своє існування наступні ланки графа, побудовані для різних окремо взятих гілок.

Після формування огорожуючих конструкцій поста управління і визначення розмірів проемів вікон, для заданої точки зору виявляється це один об'єм, який функціонально важливий для створення машини по критеріям оглядовості, який складається із затіненого простору, утвореного як візуальною базою, так і непрозорими конструкціями поста управління. Такий об'єм пропонується назвати **к о м п о н о в о ч н и м о б ' є м о м**.

У роботі теоретичний матеріал супроводжується докладними графічними прикладами їх формування і визначенню геометричних характеристик елементів візуального простору.

З метою створення програмного забезпечення для ЕОМ зроблено аналітичний опис операцій запропонованих графічних алгоритмів моделювання інгредієнтів візуального простору.

У д р у г і й г л а в і приведено аналіз відомих картографічних проєкцій як можливої основи площинного моделювання сферичних картин. У результаті встановлено, що для цілей організації оглядовості найбільш раціональними є плоскі відображення проєкційного походження: циліндричні нормальні, конічні і азимутальні поперечні для всіх умов плоского відображення сферичного оригіналу - рівновеликість, конформність, еквідистантність, наочність. Указані відображення можна отримати, якщо використати є д и н и й п р о е к ц і й н и й г е о м е т р и ч н и й а п а р а т (рис. 6) варіацією кількох змінних функціонально зв'язаних єдиним аналітичним алгоритмом.

Предметний простір відображується центральним проєктуванням на поверхню сфери Φ радіуса R з YI центру O , який збігається з початком правої декартової прямокутної системи координат $OXYZ$ та точкою зору оператора, а вісь OY - з головним променем зору. Далі сферичне зображення центральним проєктуванням з центру S , обраного певним чином, проєктується на розгортану поверхню - посередник, яку розрізають по твірній, суміщується з площиною. Картинні поверхні - циліндр, конус, площина - функціонально зв'язано кутом θ , утвореним віссю і твірною кругового конусу. Тоді при $\theta = 0^\circ$ поверхня кругового конусу перетворюється у поверхню кругового циліндру, а при $\theta = 90^\circ$ - у площину.

Умови плоского відображення визначаються положенням центру $S(x_s, y_s, z_s)$ проєктування, що аналітично виражатиметься функціями

f_1, f_2, f_3 просторових координат x_A, y_A, z_A просторового оригіналу A :

$$\begin{cases} x_S = f_1(x_A, y_A, z_A); \\ y_S = f_2(x_A, y_A, z_A); \\ z_S = f_3(x_A, y_A, z_A). \end{cases}$$

Так, наприклад, при проектуванні сферичної картини на поверхню нормального дотичного до сфери циліндру із центру проектування віддаленого у безконечність по осі OY ($f_1=1, f_2=\infty, f_3=0$) утворюється циліндрична нормальна рівновелика проекція. Функціональна залежність просторових орієнтацій поверхонь - посередників визначається кутами повороту координатних осей. Значення плоских координат ξ і ζ ізотопного відображення оригіналу A знаходимо, обчислив відповідно довжину відрізків $O'B$ і $O'C$ просторових ліній $O\xi$ та $O\zeta$. Рівняння осей $O\xi'$ та $O\zeta'$, положення O' , початок яких вибираємо у залежності від виду поверхні-посередника, представимо (приймавши Z як параметр) у виді:

$$\begin{cases} x = e_{\zeta}(Z); \\ y = e_{\zeta+2}(Z); \\ z = Z, \end{cases} \quad (2)$$

де $\zeta = 1$ для осі $O\xi$; $\zeta = 2$ для осі $O\zeta$.

Аплікати Z_B і Z_C точок B і C визначимо як функції кутів $\theta, \varphi, \psi, \lambda$ і функцій, визначаючих положення другого центру S проектування:

$$\begin{cases} Z_B = f_4(\theta, \varphi, \lambda, \psi, f_1(x_A, y_A, z_A), f_2(x_A, y_A, z_A), f_3(x_A, y_A, z_A)); \\ Z_C = f_5(\theta, \varphi, \lambda, \psi, f_1(x_A, y_A, z_A), f_2(x_A, y_A, z_A), f_3(x_A, y_A, z_A)). \end{cases} \quad (3)$$

Загальні формули плоских координат ξ і ζ ізотопного відображення оригіналу A знаходимо у результаті використання співвідношень (1), (2), (3) і формули довжини дуги просторової лінії:

$$\xi = \int_{Z_{O'}}^{Z_B} \sqrt{1 + \left(\frac{de_1}{dz}\right)^2 + \left(\frac{de_2}{dz}\right)^2} dz \quad (4) \quad \zeta = \int_{Z_{O'}}^{Z_C} \sqrt{1 + \left(\frac{de_2}{dz}\right)^2 + \left(\frac{de_4}{dz}\right)^2} dz \quad (5)$$

Одержані залежності (4) і (5) дозволяють виконати розрахунки проєкцій для різних поверхонь-посередників з урахуванням їх орієнтації при різних умовах плоского відображення.

У роботі розраховано як загальні формули циліндричних, конічних і азимутальних проєкцій, так і формули цих проєкцій за умовами плоского відображення.

Автором розроблено нову циліндричну нормальну довільну проєкцію, яку пропонується назвати **б і ц е н т р а л ь н о ю**. Така проєкція при плоскому відображенні просторового оригіналу передає максимальну наочність образу і зберігає вертикальні прямі лінії без викривлення лінійності.

Основов для побудування графічного відображення у обраній проєкції є її аналітичний вираз або **З - т к а н е в и й т р а н с - п а р а н т** - плоске топологічне відображення **с ф е р и ч н о ю З - т к а н і**, яка є лініями перетину поверхні сфери з трьома пучками напівплощин, які проходять через осі правої прямокутної декартової системи координат, центр якої збігається з точкою зору оператора. У роботі розраховано 36 різних проєкцій, рекомендованих для цілей організації оглядовості. Для 12 найбільш важливих при організації оглядовості проєкцій розраховано та побудовано **З-тканеві транспаранти** з кутівим кроком 10° .

Параметрами положення просторового оригіналу які мають бути одержані прямими вимірами безпосередньо на ортогональному кресленні, є кути відхилення проєктувальних напівплощин, які проходять через точку-оригінал, від базових площин проєкцій або прямокутні декартові координати. Тому моделювання оглядовості з заданої точки зору пропонується здійснювати двома способами - кутівим і координатним. Аналогічний підхід передбачено для методів перетворення графічних моделей оглядовості у ортогональне креслення (реконструкція). Принцип моделювання і перетворення топологічних картин огляду - поточечний.

Побудування картин огляду кутівим способом здійснюється за допомогою **З-тканевого транспаранту**, а координатним-за допомогою одержаних формул відповідних проєкцій.

Реконструкція графічної моделі здійснюється графічними і аналітичними способами як на основі мономоделі, якщо просторовий оригінал має площину симетрії, так і за допомогою бімоделі або полімоделі оглядовості при опізнаних характерних точках контуру оригіналу. Одержані аналітичні залежності реконструкції для перетворення бімоделі оглядовості в ортогональне креслення для

усіх 36 проєкцій, рекомендованих при моделюванні оглядовості транспортних засобів.

В роботі також приводяться схеми графічних процесів створення плоских моделей оглядовості і реконструкції їх в ортогональне креслення.

У третій главі розглядаються питання геометричного забезпечення організації, контролю і прогнозування оглядовості перспективних моделей засобів транспорту.

Розроблені методи вибору типа проєкцій з метою отримання найбільш раціональної моделі оглядовості у залежності від умов відображення та зручності метризації.

На вибір проєкції плоских відображень вирішувче значення мають такі фактори:

- орієнтація масива об'єктів спостереження відносно екваторіальної площини сферичної картинної поверхні, центр якої суміщено з точкою зору оператора;
- орієнтація головного променя зору оператора відносно заданої просторової прямокутної системи координат;
- умови плоского відображення сферичної картини заданої візуальної ситуації.

Дано рекомендації до вибору проєкції виходячи з конкретних візуальних умов і мети моделювання оглядовості. Розроблені формули розрахунку параметрів моделей оглядовості для 12 рекомендуємих до застосування у машинобудуванні проєкцій відображення і схема вибору.

Практика машинобудування потребує виконання на основі картин огляду ряду інженерних розрахунків, які торкаються переходу із однієї системи координат у другу, визначення різних відстаней і кутів, розрахунку криволінійних шквал 3-тканевого транспаранту, порівняння величин відкритих і закритих зон поля зору та інше. Ці розрахунки можна виконати, використовуючи різну обчислювальну техніку, однак, щоб запобігти грубим арифметичним помилкам, для спрощення розрахунків і збільшення швидкості виконання однотипних обчислень, доцільно скористуватися номографічними розрахунками.

З цієї метою запропоновано номограму, розроблену на основі принципів нарисної геометрії, яка являє собою чверть сітки, одержаної у результаті ортогонального проектування на одну з площин проєкцій ліній тернарного поля, пучка проєктуючих площин, вісь якого збігається з віссю координат і концентричних сфер з центром у початку координат. В роботі наведено приклади графічних ключей для розв'язання найбільш характерних і часто зустрічаючихся у проєктній практиці задач.

Найбільш розповсюдженими відбивачими пристроями є дзеркала заднього виду, функціональне значення яких полягає у відображенні

зовнішнього середовища, яке знаходиться зовні поля фронтального зору оператора.

Проблема забезпечення візуального комфорту оператора для заданої візуальної ситуації через дзеркала заднього виду включає комплекс задач, важливішими з яких є:

1. Визначення необхідної кількості дзеркал заднього виду, у тому числі зовнішніх і внутрішніх - вирішується з урахуванням розташування заданих об'єктів спостереження відносно загальної компоновки машини, форми огороджуваних конструкцій поста управління, орієнтації головного променя зору оператора і деяких інших факторів.
2. Пошук раціонального розташування дзеркальних пристроїв - здійснюється на основі панелі візуальної інформації з урахуванням зони бінокулярного поля зору при різній швидкості руху транспортного засобу, зон склоочистки, траєкторії руху об'єктів зовнішнього середовища і контурів пропускаючих ЗЗВІ машини.
3. Виявлення характеру дзеркальної поверхні - виконують у залежності від величини тілесного кута, основою якого є конфігурація множини заданих об'єктів спостереження, а вершиною - явне зображення точки зору.
4. Визначення геометрії контура дзеркала - передбачає отримання ситуаційної моделі середовища руху по ортогональному кресленню машини і розташування точки зору оператора; одержання топологічного зображення панелі візуальної інформації з урахуванням заданих об'єктів спостереження, розташованих у передній функціональній зоні; пошука опорної точки дзеркала за допомогою опорної прямої, проведеної через точку зору і точку, вибрану на панелі інформації, і допоміжної площини, яку проведено дотично до кузову машини через найближчу до неї характерну точку об'єкта спостереження.
5. Визначення мінімального контура заднього віконного проєму за умовами огляду через дзеркало заднього виду - зводиться до побудовання конфігурації на задній стінці огороджуваної конструкції поста управління у результаті перетину з нею променів зору, проходячих через цяву точку зору і габаритні характерні точки контуру об'єктів спостереження.
6. Побудовання моделі реального сприйняття дзеркального зображення зовнішнього середовища та їх плоских образів заключається у побудованні центрального відображення, центр якого збігається з точкою зору оператора на плоскій картинній поверхні на основі просторових координат характерних точок заданих об'єктів спостереження або їх координат дзеркального зображення, а далі відображення у обраній проєкції моделі оглядовості.

Для дзеркал розроблено графічні та аналітичні способи визна-

чення дзеркальних точок і мінімальних розмірів відбиваючої поверхні. Крім того, для плоского дзеркала вирішені задачі по визначенні раціональної просторової орієнтації дзеркала; для сферичного - по визначенні розташування центра сферичної дзеркальної поверхні, пошуку геометричного місця дзеркальних точок концентричних сферичних дзеркал - плоскої кривої 3-го порядку - косої строфоїди; для циліндричного - по визначенню оптимальної просторової орієнтації дзеркальної поверхні і геометричному місцю дзеркальних точок для соосних циліндричних дзеркальних поверхонь.

В роботі також розроблено способи вибору типа відбиваючих поверхонь і визначення максимального радіусу їх кривизни за різноманітними умовами обмеження власних і установчих габаритів дзеркал.

Розв'язання усього комплексу інженерних задач по забезпеченню візуальною інформацією оператора представлено як у графічній так і в аналітичній формах, що дозволяє автоматизувати графічні операції за допомогою ЕОМ.

У теперішній час є ряд способів оцінки оглядовості засобів транспорту, однак вони мають багато суттєвих недоліків. З метою створення універсального відносно інших способів оцінки розроблено новий метод, який оснований на отриманні вихідних параметрів безпосередньо з графічної картини огляду за допомогою висловлених у роботі способів метризації. Метод передбачає:

- оцінку оглядовості на основі ортогонального креслення аксонометричного зображення фотознімку та інших метрично визначених зображень загального виду машини, а також її готового зразка або макета. В останньому випадку існуючі дані отримують за допомогою спеціально розробленого для цієї мети прибора;
- кількісну характеристику оглядовості - кількість об'єктів спостереження із числа заданих повністю або частково бачимих оператором;
- якісну характеристику оглядовості - міра огляду оператором заданих об'єктів спостереження;
- можливість оцінки оглядовості кожного окремо взятого об'єкта оглядовості;
- можливість здійснювання оцінки оглядовості з будь-якого заданого положення точки зору оператора, як основного положення, так і з урахуванням його природних відхилень від фізіологічно раціональної пози;
- оцінку оглядовості якостей машини на будь-якій стадії її утворення або експлуатації;
- можливість оцінки оглядовості за різними критеріями і параметрами вітчизняних та зарубіжних візуальних нормативів;
- можливість здійснювання оцінки оглядовості будь-яких видів транспортних засобів;

- забезпечення заданої точності оцінки міри оглядовості;
 - автоматизацію процесу оцінки оглядовості за допомогою ЕОМ.
- У процесі проектування транспортних засобів виникає цілий ряд інших інженерних задач, які можуть бути успішно вирішені на основі графічних моделей оглядовості, використовувачи розглянуті методи їх моделювання, перетворення і метризації. До таких задач відносяться
- визначення геометрії каркасу поста управління машини;
 - компоновка поста управління;
 - визначення оптимальних контурів осклення поста управління;
 - організація робочого місця оператора;
 - побудування раціональних зон очистки прозорих поверхонь, які утворено склоочищувачами, омивателями, дефростерами та інше;
 - формування і компоновка конструктивних елементів машини, впливаючих на її оглядовість;
 - конструювання уніфікованих кабін по критеріям оглядовості;
 - організація зовнішнього освітлення власними засобами машини;
 - урахування особливостей бінокулярного сприйняття;
 - урахування фактору часу динамічного середовища;
 - дослідження оглядових якостей машини, відносно різних вітчизняних і зарубіжних норм;
 - організація зовнішнього середовища;
 - створення нормативів, регламентуючих оглядовість різних видів транспорту;
 - урахування психофізіологічних факторів, впливаючих на оператора у процесі виконання технологічних операцій;
 - розробка проекту організації робіт з урахуванням оглядових вимог;
 - корегування зон розміщення технічних засобів організації руху;
 - аналіз і прогнозування оглядовості машини на будь-якій стадії її проектування або експлуатації.

Структура проектних робіт по забезпеченню візуального комфорту оператора перспективних моделей транспортних засобів ілюструється схемою.

В ч е т в е р т і й г л а в і розглянуто питання автоматизації робіт по організації оглядовості засобів транспорту. З цієї метою розроблено пакет прикладних програм, який дає можливість на основі ортогонального креслення машини вирішувати ключові задачі проектування засобів транспорту по критеріям огляду - плоске моделювання кругового огляду засобів транспорту, перетворення плоскої моделі огляду у ортогональне креслення, вибір раціонального за цілями організації огляду типу плоского відображення предметного простору, побудування візуальних об'ємів і зон компоновочного об'єма, розрахунок дзеркал заднього виду і контроль оглядових якостей машини. Вказаний пакет дозволяє раціонально вирішити інженерні задачі пошуку компо-

вочних і конструктивних параметрів робочого місця оператора, компоновки поста управління у взаємозв'язку з зовнішніми конструктивними елементами машини, прогнозувати її оглядові якості для різноманітних візуальних ситуацій, а також найкращим чином організувати динаміку і статичку зовнішнього середовища.

Усі програми пакету написані на одному алгоритмічному мові ФОРТРАН і реалізовані на ЕОМ серії ЕС з об'ємом оперативної пам'яті 512 КБ. Пакет функціонує під управлінням операційної системи на різних моделях ЕОМ у автономному режимі, в процесі його роботи потребується підключення стандартних підпрограми для розв'язання прикладних задач на мові ФОРТРАН з використанням засобів машинної графіки математичного забезпечення ЕОМ.

До складу пакета входить вісім прикладних програм, включаючи керівну програму комплексу. Кожна програма являє собою окремий, завершений програмний засіб, функціонально зв'язаний з іншими модулями пакета, призначений для автоматизації за допомогою ЕОМ однієї незалежної задачі організації огляду транспортного засобу. Вид зв'язку, ідентифікація змінних і організація процесу вводу-виводу усередині кожної програми однотипні.

Структурно кожна з указаних прикладних програм складається з окремих програмних модулів.

Модульний принцип організації комплексу дає можливість модифікувати його при зміні складу інженерних задач або модернізувати існуючі рішення, що сприяє запобіганню морального його старіння.

Програмний комплекс є універсальним і його використання можливо в усіх галузях народного господарства при створенні машин і механізмів, обладнаних постом управління з обмеженим полем зору оператора.

У п'ятій главі показано практику впровадження теоретичних розробок, висловлених у роботі. За період розробки проблеми від двадцяти чотирьох різних організацій чотирнадцяти галузей промисловості надійшли запити по надданню технічної допомоги у розробці нормативних, методичних і конструкторських матеріалів, які торкаються організації і оцінки оглядовості перспективних моделей машин і машинних агрегатів. У 18 організаціях (9 галузей народного господарства) повністю або частково впроваджено висловлені у цій роботі теоретичні розробки у процесі створення 17 нових моделей самохідних машин, для яких розроблено, у загальній кількості двадцять одна оптимальна конструктивна модифікація по критеріям оглядовості. До таких галузей і підприємств відносяться: автомобілебудування - ЗІЛ, АЗЛК (м. Москва), ІВМАШ (м. Іжевськ); промислове тракторобудування - НАТІ (м. Москва), ЧФ НАТІ, ЧТЗ (м. Челябінськ); ЧЗПТ (м. Чебоксари); сільськогосподарське тракторобудування - БФ ВНДІТЕ, МТЗ

(м. Мінськ), НАТІ (м. Москва), ХТЗ (м. Харків), ВІСГОМ (м. Москва); будівельне, дорожнє і комунальне машинобудування - ВНДІбуддормаш (м. Москва); авіаційна промисловість - ЧВЗ (м. Люберці); лісна та деревообробна промисловість - ЦНДІМЕ (м. Москва), СІБНДІПЛ (м. Красноярськ); судобудування - ЦКБ "Ленінська кузня" (м. Київ); Госбуд СРСР - ВНДПІ праці в будівництві (м. Москва), Калінінський екскаваторний завод (м. Калінін); важке машинобудування - Уралмаш (м. Свердловськ).

Для машинобудівельних галузей народного господарства у співдружності з їх головними науково-дослідними інститутами розроблено 10 галузевих нормативних і керівних матеріалів, регламентуючих методи організації оглядовості і порядок їх застосування при проектуванні перспективних машин і машинних агрегатів по критеріям оглядовості.

Крім того, для Постійної Комісії РЕВ по співробітництву у області стандартизації розроблено пропозиції і підготовлено вітчизняну редакцію методики за нормативами оглядовості проектуємих самохідних будівельних машин. Стандарт затверджено комісією у 1986 року.

Науково-дослідні, нормативні і конструкторські розробки виконувались на основі довгострокових договорів по госпемі (8), співдружності (9), передачі своїх науково-технічних досягнень (2).

Матеріали по проблемі організації оглядовості розроблені автором дисертації, удостоєні двох медалей ВДНГ СРСР "За досягнуті успіхи у розвитку народного господарства СРСР" (1975 і 1976 р. р.), одержано авторське свідоцтво N 918620 на промисловий зразок сільськогосподарського трактора.

Загальний економічний ефект від впровадження результатів дослідження у народному господарстві складає 2,1 млн.крб. (у цінах до 1990 р.).

У з а к л ю ч е н н і до дисертації приведено висновки по роботі та основні напрямки подальшого розвитку одержаних результатів.

ВИСНОВКИ

Основним ітогом роботи є комплекс вирішення важливої науково-технічної проблеми, яка має велике народно-господарське значення - розробка та впровадження у виробництво прикладної теорії оглядовості, здібної урахувати візуальні вимоги на будь-якій стадії створення транспортних засобів.

При розв'язанні її отримані такі результати:

1. Уперше досліджено геометричну структуру візуального простору, ви-

- явлено його візуальні інгредієнти, визначені їх функціональні значення, взаємозв'язок і умови забезпечення огляду об'єктів спостереження у системі "оператор - машина - функціональна зона";
2. Побудовано прикладну теорію оглядовості засобів транспорту, яка дозволяє здійснити моделювання, оцінку і прогнозування стану оглядовості машини на будь-якій стадії проектування;
 3. Розроблено геометричні принципи формування візуального простору, а також методи визначення компоновочних, конструктивних і установочних характеристик машини;
 4. Розроблено універсальний проєкційний апарат плоского з накладеними інваріантами відображення предметного простору;
 5. Створено нову произвольну біцентрально-циліндричну проєкцію, яка має вигідні наочні властивості при відображенні візуальної ситуації;
 6. Виконано аналітичні розрахунки проєкцій за умовами плоского відображення усіх видів і орієнтацій розгортаємих геометричних поверхонь-посередників. Розраховано і побудовано дванадцять найбільш раціональних для цілей оптимізації оглядовості 3-тканевих транспарантів;
 7. Розроблено принципи вибору раціональних видів проєкцій і визначення їх параметрів у залежності від характеру заданої множини об'єктів спостереження;
 8. Розроблено графічний і графо-аналітичний методи моделювання плоских графічних картин огляду з необмеженими кутами зору на основі будь-якого метрично визначеного зображення;
 9. Створено графічні і графо-аналітичні методи перетворення графічних моделей оглядовості у ортогональне креслення;
 10. Розроблено спеціальну номограму і графічні ключі до розв'язання задач метризації плоских графічних картин огляду;
 11. Запропоновано принципи формування і одержання геометричних параметрів дзеркал заднього виду;
 12. Розроблено графічні і графо-аналітичні методи і алгоритми визначення дзеркальних точок для різних видів видбиваючих поверхонь. Доведено, що геометричним місцем дзеркальних точок для концентричних сферичних поверхонь є крива 3-го порядку-коса строфоїда;
 13. Розроблено новий метод оцінки оглядовості, який дозволяє на основі графічних моделей оглядовості і геометричних методів, запропонованих у роботі, отримати кількісну та якісну оцінку оглядових властивостей машини на будь-якій стадії її утворення або експлуатації;
 14. Розроблено програмне забезпечення для рішення комплексу інженерних задач по визначенню компоновочних і конструктивних параметрів машини і зовнішнього середовища;

15. Створено систему графічних робіт по технології комплексного проектування машин за критеріями оглядовості.

16. Теоретичні розробки, висловлені у роботі, частково або повністю впроваджено на 15 підприємствах 9 галузей машинобудування, розроблено 18 галузевих методик і керівних матеріалів, регламентуваних методи організації оглядовості і послідовність їх застосування. Для Постійної Комісії РЕВ по співробітництву у області стандартизації розроблено пропозиції і підготовлено вітчизняну редакцію методики за нормативами оглядовості проектуємих самохідних будівельних машин. Матеріали роботи відзначені двома медалями ВДНГ СРСР "За досягнуті успіхи у розвитку народного господарства СРСР". Отримано 2 авторських свідоцтва на винахід і промисловий зразок сільськогосподарського трактора. Загальний економічний ефект від впровадження результатів досліджень у народному господарстві складає 2,1 млн.крб. (у цінах до 1990 р.).

Слід відзначити, що формування структури візуального простору з різними заданими наперед геометричними характеристиками, а також моделювання плоских картин кругового огляду з накладеними інваріантами відображення може бути вирішено з застосуванням променів конгруенцій, комплексів та інших понять лінійчатої геометрії.

Продовження досліджень проблеми оглядовості з позицій теорії множин, на наш погляд, може привести до подальшого розвитку лінійчатої геометрії і одержанню доповнених теоретичних та практичних результатів.

Основні положення дисертації опубліковані у таких роботах:

1. Кавун Ю.М. К вопросу обзорности средств транспорта. - В сб.: Прикладная геометрия и инженерная графика. Киев: Будівельник, 1973, вып. 16. - с. 127 - 130.
2. Кавун Ю.М., Доскач Ю.В. Равновеликие отображения сферических картин. - В сб.: Прикладная геометрия и инженерная графика. Киев: Будівельник, 1973, вып. 16. - с. 160 - 162.
3. Кавун Ю.М. Расчет плоской криволинейной 3-ткани. - В сб.: Прикладная геометрия и инженерная графика. Киев: Будівельник, 1973, вып. 17. - с. 108 - 112.
4. Кавун Ю.М. Автоматизация построения изображений в проекции Антова-Гаммера. - В сб.: Вопросы алгебры, теории чисел, дифференциальных уравнений. Самарканд: Самаркандский госуниверситет, 1973. - с. 158 - 165.
5. Кавун Ю.М. Графическое моделирование обзорности транспортных средств. - В сб.: Прикладная геометрия и инженерная графика. Киев:

- Будівельник, 1974, вып. 18. - с. 141 - 144.
6. Кавун Ю.М., Доскач Ю.В. Способ контроля степени обзорности транспортных средств. Авт. свид. на изобретение N 441466 Биллетень "Открытия, промышленные образцы, товарные знаки", N 32, 1974.
 7. Кавун Ю.М. Способы моделирования и реконструкции круговых картин обзора транспортных средств. Автореф. дис. канд. тех. наук. - 1974. - 16 с.
 8. Кавун Ю.М. Номографические расчеты при моделировании обзорности транспортных средств на основе тканевых транспарантов - В сб.: Прикладная геометрия и инженерная графика. Киев: Будівельник, 1975, вып. 19. - с. 52 - 56.
 9. Кавун Ю.М. Реконструкция модели обзорности транспортных средств. - В сб.: Прикладная геометрия и инженерная графика. Киев: Будівельник, 1975, вып. 20. - с. 126 - 129.
 10. Кавун Ю.М. О проектировании обзорности транспортных средств. - В сб.: Прикладная геометрия и инженерная графика. Киев: Будівельник, 1982, вып. 33. - с. 83 - 84.
 11. Кавун Ю.М. Теоретические основы обзорности перспективных моделей машин. - В сб.: Состояние и перспективы художественного конструирования тракторов и сельхозмашин. Улучшение условий труда механизаторов. М.: НАТИ, 1982, - с. 108.
 12. Кавун Ю.М., Медведкин С.А., Тернов С.А. Практика комплексного проектирования обзорности в такторостроении. - В сб.: Состояние и перспективы художественного конструирования тракторов и сельхозмашин. Улучшение условий труда механизаторов. М.: НАТИ, 1982, - с. 114.
 13. Чучалин Л.К., Дубовенко В.Т., Кавун Ю.М. О разработке методических рекомендаций по эргономической оценке обзорности сельскохозяйственных тракторов на стадии проектирования. - В сб.: Эргономика в практике социалистического общества. Тезисы докладов У Международной конференции по эргономике ученых и специалистов стран-членов СЭВ. ЧССР, Прага: М.: ГКНТ СССР, 1984, - с. 56.
 14. Кавун Ю.М. Методы и алгоритмы оптимизации обзорности. - В сб.: Состояние и перспективы развития эргономики в лесозаготовительной промышленности и лесном хозяйстве. Тезисы докладов Всесоюзной конференции. Красноярск: СибНИИЛП, 1984, - с. 25 - 27.
 15. Кавун Ю.М. Универсальный метод оценки обзорных свойств транспортных средств. - В сб.: Состояние и перспективы развития эргономики в лесозаготовительной промышленности и лесном хозяйстве. Тезисы докладов Всесоюзной конференции. Красноярск: СибНИИЛП, 1984, - с. 25 - 27.
 16. Кавун Ю.М., Тернов С.А. Расчет бицентральной проекции. - В сб.: Прикладная геометрия и инженерная графика. Киев: Будівельник,

- 1984, вып. 37. - с. 24 - 26.
17. Илинч И.М., Кавун Ю.М., Сухов Е.В. Изисквания за обзорност към работното място на водач на самоходни веригни машини и тяхното реализиране. - *Эргономия*. София : Национален съвет по ергономия, 1984, - с. 30 - 33.
 18. Илинч И.М., Кавун Ю.М., Логинов В.В., Никонов В.В. Проектирование обзорности с рабочего места оператора промышленных тракторов. - *Труды ВНИИЭ, серия Эргономика*, вып. 28, 1985, - с. 42 - 56.
 19. Лавриненко А.В., Мохнач И.Т., Полоневич С.Ф., Солнце В.Л., Кавун Ю.М. Трактор гусеничный сельскохозяйственный. Свидетельство на промышленный образец N 18620 Бюллетень "Открытия, промышленные образцы, товарные знаки", N 2, 1985.
 20. Кавун Ю.М., Тернов С.А. Геометрический аппарат плоского моделирования обзорности с заданными условиями отображения. - В сб. : *Прикладная геометрия и инженерная графика*. Киев: Будівельник, 1985, вып. 39. - с. 23 - 25.
 21. Кавун Ю.М., Тернов С.А., Лиманская Л.М. Плоское моделирование круговой обзорности транспортных средств координатным способом. - *ГосФАП СССР*, N 50850000818, 1985. - 82 с.
 22. Кавун Ю.М., Тернов С.А., Рыбалко Л.А. Плоское моделирование круговой обзорности транспортных средств угловым способом. - *ГосФАП СССР*, N 50850000546, 1985. - 94 с.
 23. Кавун Ю.М., Тернов С.А. Построение визуального и компоновочного объемов самоходных машин. - *ГосФАП СССР*, N 50850000998, 1985. - 71 с.
 24. Кавун Ю.М., Тернов С.А., Лиманская Л.М. Выбор проекции топологического отображения пространственного оригинала. - *ГосФАП СССР*, N 50850000548, 1985. - 74 с.
 25. Кавун Ю.М., Тернов С.А., Ладник И.В. Преобразование плоской модели обзорности в ортогональный чертеш. - *ГосФАП СССР*, N 50850000547, 1985. - 84 с.
 26. Кавун Ю.М., Тернов С.А., Медведкин С.А. Оценка обзорности транспортных средств вариационным методом. - *ГосФАП СССР*, N 50850000999, 1985. - 74 с.
 27. Кавун Ю.М., Ладник И.В. Расчет зеркал заднего вида. - *ГосФАП СССР*, N 50850000162, 1986. - 62 с.
 28. Кавун Ю.М., Медведкин С.А. Вариационный метод оценки обзорности транспортных средств. - В сб. : *Горные, строительные и дорожные машины*. Киев: Техника, 1986, вып. 39. - с. 81 - 83.
 29. Кавун Ю.М. и др. Принципы организации обзорности средств транспорта. - В сб. : *Эргономика в строительстве*. М.: ВНИПИ труда в строительстве, 1986. - 162 с.
 30. Кавун Ю.М., Медведкин С.А. Унифицированная кабина автогрейдера. - В сб. : *Горные, строительные и дорожные машины*. Киев: Техника,

1987, вып. 40. - с. 86 - 89.

31. Кавун Ю.М., Тернов С.А., Головин В.С., Бабаева С.А. Построение круговой обзорности из кабины экскаватора с помощью ЭВМ. Рукопись депонирована в сборнике НИИТЭИтяжмаш, г.Екатеринбург, вып. 38. - 1990 г. - с. 38 - 46.
32. Кавун Ю.М., Тернов С.А., Моисеев А.М. Автоматизированная система анализа условий обзорности при производстве судебных автотехнических экспертиз //Криминалистика и судебная экспертиза. - К.: Киевский НИИСЭ, 1991, вып. 42. - с. 90 - 95.
33. Кавун Ю.М., Медведкин С.А. Способ моделирования обзорности транспортного средства - Авт. свид. на изобретение N 1712812. Бюллетень "Открытия, промышленные образцы, товарные знаки", N 6, 1992, - 4 с.
34. Кавун Ю.М. Геометрия визуального пространства. - Монография деп. ГНТБ Украины, 1994. - 102 с.

AB 30.443

AB 30.443