МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ

Кафедра Автомобільних доріг та аеродромів

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

з дисципліни
«Основи ергономіки»
до виконання розрахунково-графічної роботи на тему:
«Визначення ергономічних властивостей ділянки автомобільної дороги» для підготовки студентів *другого (магістерського)* рівня спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
спеціалізації
«Автомобільні дороги і аеродроми»
денної та заочної форм навчання
(друге видання)

Одеса -2020

УДК 656.11

«ЗАТВЕРДЖЕНО»
Вченою радою ІГБЦІ
протокол № 10 від 30.06.2020 р.

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри автомобільних доріг та аеродромів, протокол №9 від 05.03.2020 р.

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри ПБЕАД, затверджено вченою радою ІГБЦІ, протокол № 4 від 7.12.17 р.

Укладачі: доц., к.т.н. Лапіна О.І.
доц., к.т.н. Мороз К.О.

Рецензенти: Смолянець В.В., заступник директора
служби автомобільних доріг в Одеській області
Ващинська О.В., доцент кафедри міського
будівництва та господарства ОДАБА

Дані методичні вказівки складені на основі навчальної програми дисципліни «Основи ергономіки» і являють собою основну методичну допомогу для студентів денної та заочної форм навчання при виконанні розрахунково-графічної роботи на тему «Визначення ергономічних властивостей ділянки автомобільної дороги».
Ефективність виконання окремих розділів розрахунково-графічної роботи за допомогою даних методичних вказівок повинна забезпечуватися цілеспрямованою самостійною роботою студентів за організаційної та методичної підтримки викладачів – керівників роботи.

Відповідальний за випуск: завідувач кафедрою автомобільних доріг та аеродромів проф. Мішутін А.В

Зміст

1. Ергономіка і продуктивність водія 4
2. Ергономічне проектування автомобільних доріг 13
3. Основні принципи ергономічного проектування дороги 13
4. Критерії зорової плавності дороги 15
4.1. Оцінка зорової плавності заокруглення дороги в плані 16
4.2. Хвилястість поздовжнього профілю 22
4.3. Довжина прямої вставки в поздовжньому профілі 25
5. Освітлення автомобільної дороги 27
6. Склад розрахунково-графічної роботи, вихідні дані 30
Література 31
Додаток А. Титульна сторінка 32
Додаток Б. Проектування освітлення автомобільної дороги. Приклад. 34
Додаток В. Приклад креслення 41

1. Ергономіка і продуктивність водія

Ергономіка - науково-практична дисципліна, що вивчає трудові процеси з метою створення оптимальних умов праці, які сприяють зростанню його продуктивності.

З точки зору ергономіки продуктивність праці водія визначається, як ефективне функціонування водія в системі «водій-автомобіль-дорога-зовнішнє середовище»

Стосовно до транспортного процесу структурну схему системи експлуатації автомобільних доріг з деякими умовностями можна навести у чотирьох основних блоках: «водій-автомобіль-дорога-зовнішнє середовище» (ВАДС) (рис.1.1). Така схема дозволяє аналізувати як систему в цілому, так і окремо підсистеми.

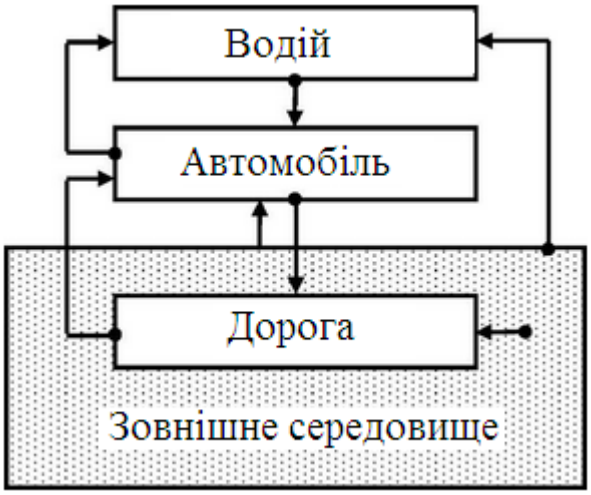


Рис.1.1. Структурна схема системи експлуатації автомобільної дороги

У наведеній схемі можна виділити наступні ергономічні підсистеми:
1 - зовнішнє середовище - водій;
2 - водій - автомобіль;
3 - автомобіль - дорога;
4 - зовнішнє середовище - дорога;
5 - дорога - автомобіль;
6 - автомобіль - водій;
7 - зовнішнє середовище - автомобіль.

Аналіз взаємодії підсистем має велике значення при визначенні ефективності експлуатації транспорту. Нижче наведена коротка характеристика основних підсистем.

Підсистема 1 **«зовнішнє середовище - водій»** є інформаційною моделлю транспортного процесу. Вона базується на психологічних особливостях взаємодії водія з умовами руху. Зовнішнє середовище являє собою інформаційне поле, яке формує у водія емоційне напруження. Водій, аналізуючи зовнішню середу, обирає таку орієнтацію, яка забезпечує безпеку руху і мінімальне емоційне напруження.

Підсистема 2 **«водій-автомобіль»** - ергономічна модель, що базується на фізіологічних можливостях водія і виконавчих механізмах автомобіля. Отримавши від зовнішнього середовища

інформацію і проаналізувавши її, водій взаємодіє з виконавчими механізмами, управляє рухом автомобіля, задає йому раціональні режими руху. При поєднанні руху автомобілів на дорозі створюється транспортний потік. Дослідження підсистеми «водій - автомобіль» має велике значення для вирішення окремих завдань з експлуатації автомобілів, в тому числі і завдання забезпечення безпеки руху,

Підсистема 3 **«автомобіль - дорога»** являє собою механічну модель транспортного процесу. Основна увага в цій підсистемі приділяється взаємодії автомобіля через підвіску і колеса з дорожнім покриттям. При русі автомобіль впливає на проїжджу частину, в результаті чого в дорожньому покритті виникають напруги, що впливають на його міцність і довговічність. Дослідження даної підсистеми дозволяє розробити різні заходи (утримання і ремонт) з підтримки доріг в хорошому технічному стані.

Підсистема 4 **«зовнішнє середовище - дорога»** - складна тепломасообмінна модель. Вона базується на аналізі воднотеплового впливу географічних комплексів (клімату, рельєфу місцевості, ґрунтів, гідрології, гідрогеології і т.д.) на дорогу. Так, наприклад, вплив атмосферних опадів погіршує експлуатаційні якості покриттів. Дослідження даної підсистеми дозволяє розробити заходи щодо підвищення стійкості доріг і безпеки руху.

Підсистема 5 **«дорога - автомобіль»** є динамічною моделлю. Вона базується на аналізі коливального процесу при русі автомобіля по проїжджій частині. Внаслідок наявності різних нерівностей покриттів автомобіль відчуває випадкові впливи. Це викликає складний коливальний процес коліс, кузова, автомобіля в цілому. Дослідження підсистеми вельми важливо в теорії експлуатаційних властивостей автомобіля. Воно дозволяє вирішувати різні завдання - розраховувати витрати палива, визначати можливу швидкість руху, продуктивність автомобіля і ін.

Підсистема 6 **«автомобіль - водій»** є зворотним зв'язком підсистеми «водій - автомобіль». Аналіз цієї підсистеми дозволяє вивчити вплив умов руху на працездатність водіїв. Зокрема, можуть бути встановлені граничні норми вібрації і шуму для водіїв. Ефективність розстановки органів управління, розміри салону автомобілів і т.д.

Підсистема 7 **«зовнішнє середовище - автомобіль»** являє інтерес при дослідженні надійності автомобілів, їх роботи в різних кліматичних умовах.

Всі підсистеми, в різній мірі, пов'язані між собою (рисунок 1.2). Разом з тим кожну підсистему можна уявити окремими елементами. З цієї точки зору водій займає особливе місце в системі ВАДС. Це елемент системи, що здійснює управління автомобілем і бере участь в підтримці його працездатності, тобто забезпеченні експлуатаційної надійності.

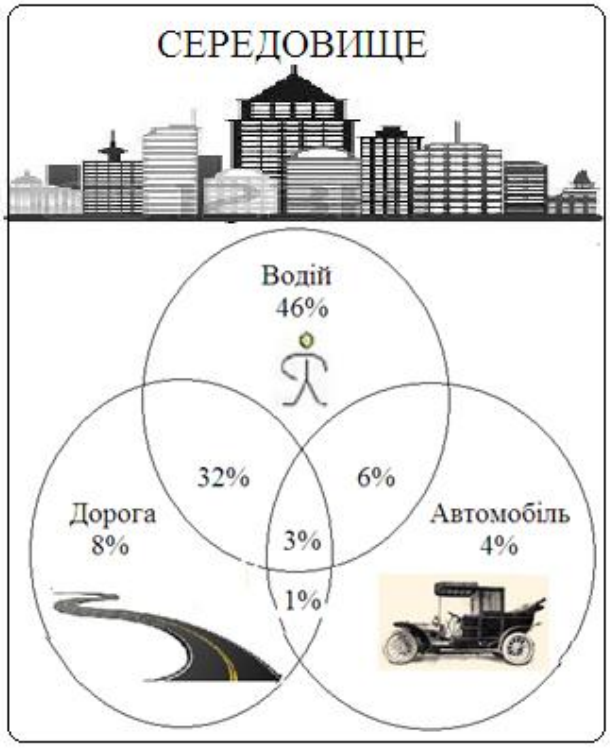


Рис.1.2. Ступінь впливу елементів системи експлуатації автомобільних доріг на травматизм

Головне завдання водія - керування автомобілем і контроль за його роботою. Тенденції розвитку автомобіля такі, що фізична праця з управління ним стає все менше, а на перше місце висуваються підвищені вимоги до сприйняття, мислення, керуючим впливам, до надійності професійної діяльності водія в умовах високої нервово - емоційної напруженості.

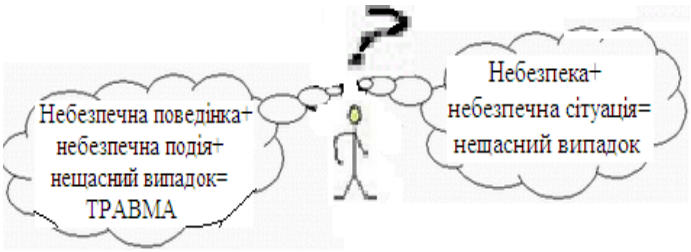
В інженерній психології існує поняття надійності людини-оператора, стосовно до водія - це здатність безпомилково керувати автомобілем.

Сприйняття об'єктів, що з’являються перед водієм, починається з їх побіжного огляду, що дає приблизно 15 ... 20% інформації, потім він зосереджується на кожному з них з детальним розпізнаванням, і це дає ще 70 ... 80% інформації. На підставі отриманої інформації водій створює в своїй свідомості динамічну інформаційну модель навколишнього простору, оцінює її, прогнозує розвиток і виробляє дії, які представляються йому адекватними розвитку динамічної моделі. Діяльність водія, як оператора, жорстко лімітована у часі. Він повинен помічати інформацію про навколишнє оточення, виділяти із загального потоку інформації потрібну і важливу, спираючись на оперативну пам'ять запам'ятовувати поточні події, пов'язувати їх в єдиний ланцюжок і готувати їх зв'язок з передбачуваними подіями.

Продуктивність водія неоднакова протягом робочого дня, що обумовлено станом організму водія.

Функція продуктивності має свої закономірності та особливості. Якщо припустити, що робочий день водія починається о 8 годині ранку, і триває 8 годин, то перші 30-40 хвилин роботи (водіння) продуктивність зростає до максимуму (період, коли водій втягується в роботу), наступні 2,5-3 години тримається високий рівень (якщо відсутні негативні впливи на організм людини), а до обідньої перерви знижується. У другій половині робочого дня зміна продуктивності повторює першу половину дня, і тільки в останні години роботи вона різко знижується.

При вивченні системи «водій-автомобіль-дорога-зовнішнє середовище» необхідно враховувати характер і кількість інформації, яку людина буде обробляти. У звичайних умовах людина може прийняти не більше двох інформацій в секунду. Перевищення цієї межі призводить до перевтоми, помилок і виникнення конфліктних ситуацій. У цій системі людина, його помилки найчастіше призводять до найбільш важких травм і аварій.



Механізм травматизму наступний:
Небезпека + небезпечна ситуація = Нещасний випадок (68%)
Небезпечна поведінка + небезпечне пригода = Нещасний випадок (від 68% і більше)

Профілактика, спрямовується:
- на водія, так як його психічні і фізіологічні якості можуть не встигати за змінами в певному середовищі;
- на певне середовище (умови водіння, інструктажі);
- на відповідність технічних засобів дорожнім умовам.

Помилки водія можна класифікувати наступним чином:
- помилка в орієнтації, пов'язана з неодержаною інформацією;
- помилки неправильного рішення;
- помилки у виконанні дій (неправильна дія).

Важливу роль в уникненні цих помилок відіграє зір водія, та все що з ним пов’язано.

Зір для водія дає 80% інформації про дорогу, 20% що залишилися водій сприймає за рахунок слуху, м'язового сприйняття (дотик) і навіть нюху. Адекватно і своєчасно отримавши і переробивши цей потік інформації водій починає діяти.

Пізнавальний процес, тобто процес відображення навколишнього нас об'єктивного світу, починається з відчуття, процесу відображення людиною окремих властивостей і явищ навколишньої нас дійсності. За допомогою відчуттів водій постійно оцінює окремі властивості предметів і явищ: форму, колір, величину, положення рухомих і нерухомих об'єктів, органів управління, швидкість і напрямок руху, звукові сигнали.

Зір володіє найбільшою пропускною спроможністю і може передати в мозок в 30 разів більше інформації, ніж наш слух, хоча зоровий сигнал досягає мозку через 0,15 с, слуховий через 0,12 с, а дотиковий через 0,09 с.

Тому такі поняття як час реакції, поле зору, гострота зору і глибинний зір важливі з точки зору просторового сприйняття водія і ергономічності автомобільних доріг.

Час реакції водія - це психологічна якість водія приймати рішення і реагувати на зміну дорожньо-транспортної ситуації.

Реакція - це відповідна дія організму на якийсь зовнішній подразник. До простих реакцій відносять відповідні дії на один подразник (наприклад, гальмування автомобіля, що їхав попереду). До складних - дія відразу декількох подразників (наприклад, на регульованому перехресті крім виконання вимог сигналів світлофора вам доводиться пропускати пішоходів, стежити за іншим транспортом). Тривалість формування відповідної дії водія на різні подразники становить: на гальмування попереду автомобіля, що йде зі стоп-сигналом - 0,42 с, на сигнали світлофора в населеному пункті - 0,40 с, на дорожні знаки - 0,50 с, на нерівності на дорозі - 0,80 с. Час реакції водіїв на сигнал гальмування становить 0,37 с у 2% водіїв; 0,61 с - у 50%; 0,78 і більше у 48%. Початок гальмування залежить від швидкості автомобілю (таблиця 1.1).

При швидкості 50 км / год і часі реакції 0,6 с, автомобіль до початку гальмування пройде 9 м, а до повної зупинки при сухому покритті - 44 м.

Таблиця 1.1.

Залежність гальмівного шляху від швидкості легкового автомобіля і часу реакції водія

Швидкість, км/год	Час реакції водія, с					
	0,5	0,8	1,0	1,2	1,5	2,0
10	1,38	2,22	2,77	3,33	4,16	5,55
20	2,78	4,44	5,55	6,67	8,33	11,10
30	4,16	6,68	8,33	9,98	12,46	16,67
40	5,55	8,88	11,11	13,33	16,67	22,22
50	6,94	11,10	13,88	16,67	20,87	27,77
60	8,33	13,33	16,67	19,98	24,99	33,32
70	9,72	15,55	19,44	23,33	29,16	38,88
80	11,11	17,17	22,22	26,66	33,33	44,44
90	12,50	20,00	25,00	30,00	37,50	50,00
100	13,88	22,2	27,77	32,32	41,65	55,54

Час реакції у різних людей неоднаковий. Так, на включення гальм у чоловіків воно менше, ніж у жінок, а у фізично тренованих людей менше в порівнянні з тими, хто не займається регулярно фізкультурою і спортом. Має значення і те, в яких умовах працюють водії. Водії міського таксі показують гірші результати при гальмуванні на заміських дорогах, ніж в місті. Люди похилого віку, поступаючись молодим в швидкості виявлення сигналів, перевершують їх у швидкості прийняття правильних рішень і в стабільності часу реакції. Навіть у однієї людини час реакції може змінюватися. Згубний вплив робить алкоголь: невеликі його дози збільшують час реакції в 2-4 рази. У разі появи несподіваної перешкоди час реакції збільшується більш ніж в 2 рази.

Залежно від зовнішніх умов, час реакції буде наступний:

Вільні умови	1 - 3 с
Складні умови:	
- ожеледиця	0,35 - 0,45 с
- осліплення	4 - 8 с
- визначення занесення	0,3 - 0,4 с
- раптова поява пішохода	0,6 - 0,8 с
- виляння сусіда	0,8 - 1,0 с
- критична ситуація	0,3 – 1,0 с
- післякритична ситуація або шок	1,5 - 2,0 с

Поле зору - це видимий простір, всі крапки якого одночасно видні при нерухомому очному яблуці. Водій здатний «зчитувати» дорожню карту як центральним, так і «бічним» зором. Чи не відводячи погляду з точки «Д» (рисунок 1.3), він здатний дати оцінку об'єктів з боків: розмір, колір, статику або їх динаміку, але у більшості новачків оцінка може бути помилковою.

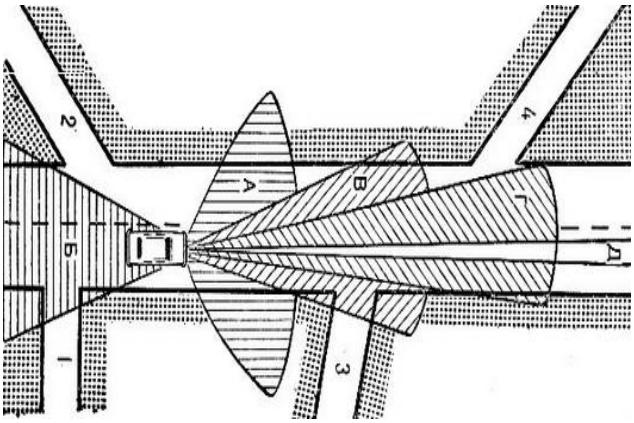


Рис.1.3. Поле зору водія

Багато водіїв володіють «тунельним зором» - бачать вузько вперед, а не по периферії, і їм потрібно крутити головою, щоб побачити, що відбувається збоку. «Тунельність зору» збільшується в залежності від швидкості руху автомобілю.

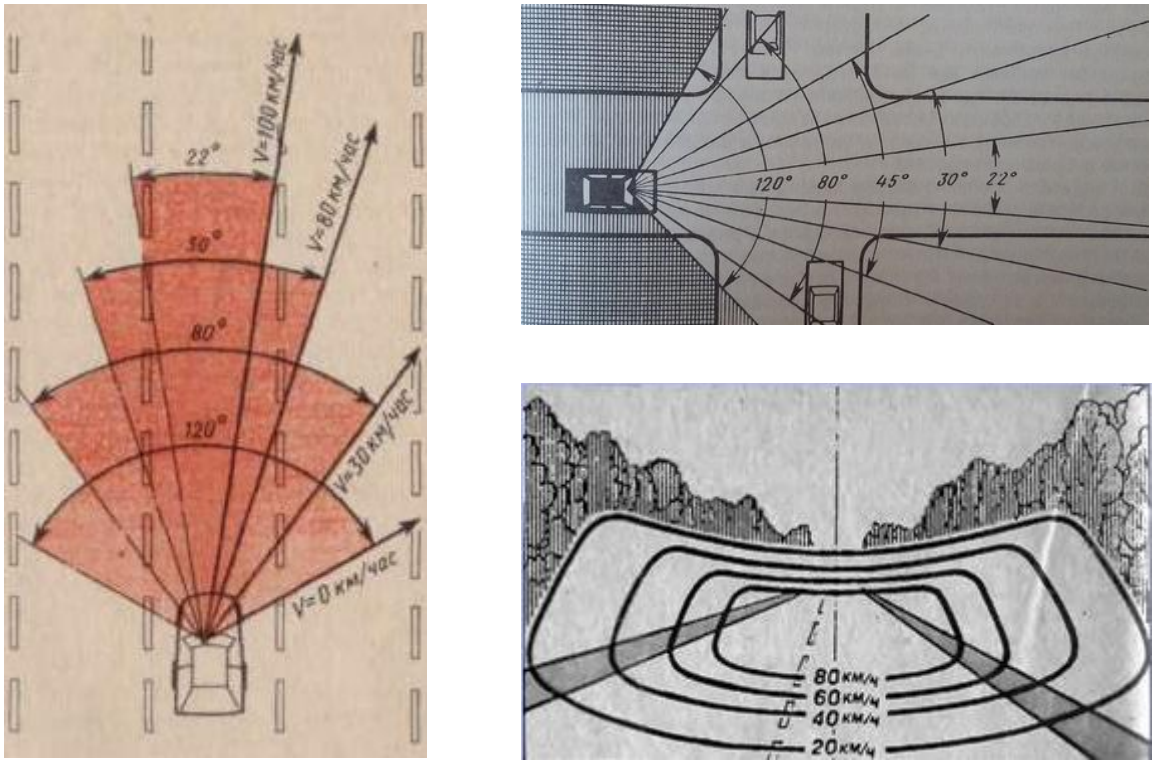


Рис. 1.4. Зміна кута огляду водія в залежності від швидкості руху

Особливо «тунельний зір» (рисунок 1.4) загострюється в темний час. За межами цих секторів (в периферії) водій нічого побачити не може. В результаті збільшується небезпека зіткнення або наїзду на об'єкти, які переміщаються з узбіччя дороги до центру. Оглядовість залежить не тільки від швидкості, але і від конструктивних особливостей автомобіля (розмірів лобового скла, дзеркала заднього

виду, висоти сидіння і можливості його регулювання). Орієнтування водія також може утруднити забрудненність скла, підвішені сувеніри, фіранки на вікнах кабіни і салону авто.

Якість сприйняття при керуванні авто безпосередньо залежить від стажу і кваліфікації водія. Більш досвідчений диференціює сприйняття: засвоює більш важливу інформація (знаки, пішоходи, зустрічний рух, попутний потік), менш важливу пропускає (органи керування ТЗ, реклама, спілкування), новачкові ж перший час доведеться лише приймати весь потік, саме тому важливо регулювати швидкість руху авто, саме водій встановлює для себе оптимальний темп роботи з урахуванням його особливостей і дорожньої обстановки.

Гострота зору - максимальна здатність розрізняти окремі деталі об'єктів. Чим далі водій здатні бачити, тим швидше він можете дозволити собі їхати.

З точки зору безпеки руху водій зобов'язаний стежити за чотирма зонами огляду:

передня:

1) Дальня (відстань, яке пройде авто за 30-120 с. На конкретній швидкості) - (зона Г рисунок 1.3)

2) Середня (12-15 с) - (зона В рисунок 1.3)

3) Ближня (4-6 с) - (зона А рисунок 1.3)

Задня: 4) З дзеркала заднього виду - (зона Б рисунок 1.3)

При швидкості 50 км/год досить фіксувати погляд на 150 м. Щоб розглянути об'єкти на дорозі при швидкості 160 км/год, ця відстань збільшується до 700 м (від електричного стовпа до наступного стовпа 50 м.)

Глибинний зір - це властивість розрізняти відстань до різних об'єктів і між об'єктами.

Найбільш правильне сприйняття простору досягається знанням розмірів предметів, які часто зустрічаються на шляху автомобіля. Систематичне тренування у визначенні відстані розвиває окомір. Здатність без додаткових приладів (наприклад, парктроника) оцінювати відстань в русі говорить про майстерність водія і виробляється з часом. Але і досвідчений водій часом не відразу може зорієнтуватися в просторі, якщо пересідає в авто з різними габаритами. Саме накат годин на транспортному засобі впливає на сприйняття, динамічний окомір і розвиток глибинного зору.

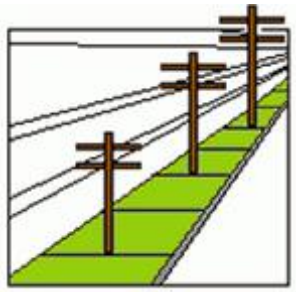
При управлінні автомобілем предмети і явища іноді можуть

сприйматися водієм в неправильному, викривленому вигляді. Таке неправильне сприйняття називається ілюзією (рисунок 1.5).

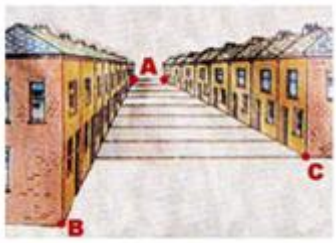
Найбільш часто ілюзії виникають при визначенні розмірів, предметів і напряму руху.

Ілюзії слід відрізняти від галюцинацій, при яких людина бачить предмети, явища, чує звуки, насправді відсутні. Галюцинації є результатом хворобливого стану людини. Частота виникнення і вираженості ілюзій залежить від яскравості уявлень, що виникають. Деяким особам варто тільки подумати або засумніватися в правильності сприйняття, як виникає ілюзія. Умовами для виникнення ілюзії у водіїв є негативні емоції (невпевненість, страх, сумнів), ослаблення уваги, втома, сонливість за кермом, стан алкогольного сп'яніння, неправильна робоча поза.

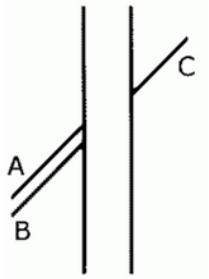
Водії найчастіше зустрічаються з ілюзіями внаслідок контрастності сприйняття, ілюзії перспективи, мінливого рельєфу.



Телефонні стовпи однакового розміру



Відстань АВ дорівнює відстані АС



На одній прямій лежать ВС, а не АС, як може здатися

Рис. 1.5. Приклади ілюзій на дорогах.

В реальних умовах водіння на організм водія одночасно діє безліч факторів середовища, тому важливо визначити їх сумарний вплив. Результати комплексних досліджень вказують на те, що організм людини повністю сприймає найбільш "сильні" впливи навколишнього середовища, а від інших - тільки частину. Для системи «людина-машина» ця залежність має більш складний характер: при цьому необхідно враховувати час роботи людини і машини, режими роботи системи.

У даних методичних вказівках розглянуті такі ергономічні показники, що впливають на працездатність водія, як освітленість і освітлення автомобільної дороги, і вплив основних параметрів автомобільних доріг на втомлюваність водія.

2. Ергономічне проектування автомобільних доріг

Вказівки поширюються на розробку проектів будівництва, реконструкції та капітального ремонту автомобільних доріг загального користування та підлягають врахуванню при експлуатації доріг. Вимоги Вказівок обов'язкові для проектування автомобільних доріг загальнодержавного і республіканського значення I-III категорій.

Автомобільну дорогу споруджують на довгі роки і, хоча в міру зростання інтенсивності руху її реконструюють, основні риси, в першу чергу її траса, змінюються мало. Дорога, будучи місцем праці багатьох людей, повинна задовольняти не тільки технічні, але і ергономічні вимоги.

Ергономічне проектування доріг являє собою комплекс вимог і рекомендацій, спрямованих на збереження і поліпшення існуючого ландшафту, історичних і культурних пам'яток, підвищення безпеки руху, зниження стомлюваності водіїв і пасажирів, збереження цінних сільськогосподарських угідь, зведення до мінімуму шкідливого впливу дороги на навколишнє середовище.

Зазначених цілей досягають комплексним вирішенням наступних завдань:

вписуванням дороги в ландшафт з метою поліпшити зручність руху, розкрити місцевий ландшафт та запобігти порушення дорогою його закономірностей;

просторовим трасуванням дороги, тобто дотриманням вимог до сполучення елементів траси в просторі, що забезпечують її плавність і ясність напрямку;

зоровим орієнтуванням, тобто створенням системи таких зорових орієнтирів, які дозволяють водіям передбачити на великій відстані, в тому числі і за межами видимості, зміну напрямку дороги і дорожніх умов, а також вибрати безпечний режим руху.

Рішення цих завдань забезпечують зорову ясність і плавність дороги (внутрішню гармонійність дороги).

3. Основні принципи ергономічного проектування дороги

Основний принцип ергономічного проектування - створити з усіх елементів дорожнього ландшафту - проїжджої частини, земляного полотна, лінійних будівель, насаджень, оформлення та обладнання дороги, єдиний архітектурний ансамбль і узгодити його з ландшафтом.

Ергономічне проектування автомобільної дороги ґрунтується на внутрішніх закономірностях поєднання елементів ландшафту і їх співвідношення з геометричними розмірами плану і поздовжнього профілю дороги - вимога масштабності.

Основою для встановлення ергономічних закономірностей служить геоморфологічний аналіз, що виявляє структуру рельєфу і головні його елементи. До основних характеристик рельєфу відносяться: перепади висот, ухили скатів, кривизна опуклих і увігнутих форм рельєфу, його розчленованість, що визначається частотою окремих форм рельєфу, найбільшими і найменшими відстанями між ними. Ці характеристики можуть бути визначені по карті місцевості або даними аерофотозйомки.

Ділянка місцевості, що характеризується єдністю ергономічних ознак, утворює архітектурно-ландшафтний басейн. Кордонами архітектурного басейну можуть бути: переломи рельєфу, що обмежують видимість; кордони різних ландшафтів, що збігаються з межами населених пунктів, великими мостовими переходами, лісовими галявинами. Архітектурний басейн повинен бути видимим до його кордонів. У межах кожного архітектурного басейну рекомендується поздовжній профіль проектувати у вигляді плавної увігнутої лінії без дрібних опуклих переломів.

Кожен архітектурний басейн повинен мати головні осі або центри архітектурних композицій. В якості головної осі можуть бути лінії основних форм рельєфу, річкові долини, дороги. Центрами архітектурних композицій є об'єкти, що виділяються на тлі інших елементів ландшафту і надають басейну своєрідність і індивідуальність. Такі об'єкти називають домінантами. Ними можуть бути населені пункти, окремі великі будівлі, гаї, пагорби, водні поверхні, а також об'єкти та будівлі придорожніх комплексів, спорудження на гірських дорогах, мостові переходи і групи декоративного озеленення.

Архітектурний басейн повинен долатися транспортним потоком не більше, ніж за 10 хв. Архітектурні басейни на одній дорозі повинні відрізнятися різноманітністю (при дотриманні єдності стилю дороги на досить великих відстанях). За рахунок цього знижується монотонність руху. Дорога повинна слідувати характерних лініях ландшафту, не рахуючись з малими і найдрібнішими складками рельєфу. Чим вище категорія дороги, тим вище вимоги до узгодження дороги і ландшафту.

Траса в просторі повинна являти собою плавну лінію, в якій пропорційно поєднуються прямі і криві, горизонтальні ділянки і поздовжні ухили. Повинні бути виключені поєднання елементів, які можуть викликати помилкові дії водіїв і привести до зорових ілюзій.

Ритм траси, тобто закономірність чергування її елементів - довжин, кутів, радіусів кривих в плані та поздовжньому профілі, ухилів - повинен відповідати ритму основних форм рельєфу (пагорбів, долин, річок, вододілів). Розмір елементів траси і місце розташування кутів поворотів повинні бути намічені до початку польових вишукувальних робіт.

Загальний архітектурний стиль дороги, характер трасування, методи вписування в ландшафт повинні бути сформульовані до початку польових досліджень. За картою, аерофотозйомкою або матеріалами рекогносцировки повинні бути намічені кордони і зміст архітектурних басейнів (стиль траси і оформлення) з тим, щоб приурочити до цих кордонів основні повороти траси в плані і найбільш помітні опуклості поздовжнього профілю.

Для кожного архітектурного басейну передбачають загальний фон (його можна створити, наприклад, засобами озеленення) і домінанти. Виявляють яких домінант або розмежувань не вистачає, і відсутні створюють засобами дорожньої архітектури. Вибирають схему декоративного озеленення, на підставі якої в натурі підбирають вздовж майбутньої дороги дерева і чагарники, що підлягають збереженню в ході будівництва (реконструкції, капітального ремонту) дороги.

4. Критерії зорової плавності дороги

Критерії плавності дороги визначаються насамперед зоровим сприйняттям людиною просторових співвідношень і характеристик об'єктів. В якості основної характеристики зорової плавності розглядають зміни кривизни ліній, що утворюють зображення дороги, і швидкість зміни цієї кривизни.

Зорова плавність оцінюється математичними характеристиками ліній, що утворюють зображення дороги в картинній площині. В якості ведучої лінії приймається внутрішня кромка проїзної частини.

Математичною характеристикою провідної лінії є радіус кривизни Rα в екстремальній точці (точці з найбільшою кривизною). Цей показник виражається в кутових хвилинах (видимий кутовий розмір елементів зображення дороги)

$$R_\alpha = R_{к.пл}/S_{к.пл} \cdot 10^4/2{,}91, \qquad (4.1)$$

де $R_{к.пл}$ - радіус кривизни провідної лінії в картинній площині, м;
$S_{к.пл}$ - відстань від спостерігача до картинної площини, м;
10^4 / 2,91 - перехідний коефіцієнт від радіан до кутових хвилин.

Суб'єктивна оцінка плавності однієї і тієї ж лінії в залежності від того, пред'являється вона одна або в складі зображення дороги і фону, яким служить ландшафт навколишньої місцевості, не однакова: ведуча лінія, що сприймається як плавна в складі зображення дороги, при одиночному пред'явленні може викликати відчуття різкою кривої. Зорова плавність залежить не тільки від геометричних характеристик провідної лінії, але і додаткових ознак. У зв'язку з цим слід оцінювати плавність не однієї будь-якої лінії (наприклад, траси), а всієї поверхні проїзної частини дороги характеризує плавність всієї дороги.

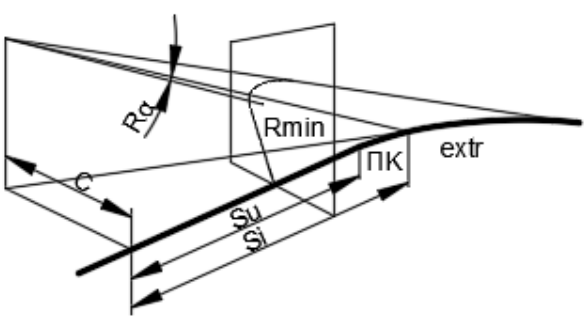
Критерій зорової плавності пов'язаний з математичними характеристиками видимого зображення дороги. Тому при проектуванні оцінити зорову плавність дороги можна тільки розрахунком. За перспективним зображенням надійно виконати цю оцінку не можна, тому для оцінки зорової плавності немає необхідності викреслювати перспективні зображення дороги.

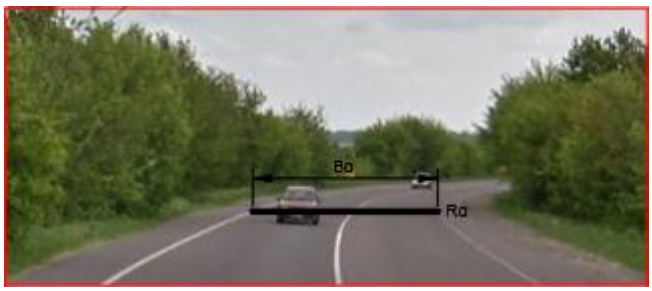
Перспективні зображення необхідні при оцінці зорової ясності дороги, її зовнішньої гармонійності і при вирішенні питань оформлення дороги, розміщення об’єктів зорового орієнтування водія.

4.1. Оцінка зорової плавності заокруглення дороги в плані

При оцінці зорової плавності заокруглення в плані використовують критерій плавності дороги, який визначають як співвідношення кривизни провідної лінії перспективи і видимої ширини проїзної частини в екстремальній точці (рисунок 4.1). Це співвідношення оцінюють за графіком (рисунок 4.2).

Крива в плані вважається плавною, якщо в екстремальній точці провідної лінії співвідношення Rα і Bα знаходяться в зоні 1 (рисунок 4.2). Умови плавності: $B_\alpha < \sqrt{R_\alpha} - 1.$





а) формування зображення в картинній площині;

б) видиме зображення дороги

Рис. 4.1. Кількісні характеристики зорової плавності дороги:

Рис. 4.2. Співвідношення видимої ширини проїзної частини Bα і радіуса кривизни провідною лінії Rα в екстремальній точці, що визначає зорову плавність дороги

Всі зображення дороги діляться на два класи - плавні і неплавні. Зорова плавність дороги тим вище, чим нижче на рисунку 4.2 лежить точка, відповідна Bα і Rα для оцінюваного заокруглення.

Для визначення зорової плавності послідовно визначають відстань до екстремальної точки на кривій, висоту очей водія над поверхнею кривої, видимого радіусу, кривизни провідною лінії Rα, видиму ширину проїжджої частини Bα. Відстань від спостерігача до екстремальної точки залежить від радіуса кривої в плані (або параметра перехідної кривої) і положення спостерігача на проїжджій частині і не залежить від поздовжнього профілю. Цю відстань можна розрахувати за формулами 4.2 і 4.3 або визначити за графіком (рисунок 4.3).

Для заокруглень без перехідних кривих

$$S_э = \sqrt{S_0^2 + 2CR_{пл}}\ . \qquad (4.2)$$

Для заокруглень з перехідними кривими і для клотоідной траси

$$S_э = 0{,}12A + 75 \text{ при } C = 1{,}5;$$

$$S_э = 0{,}19A + 90 \text{ при } C = 5{,}0 \div 6{,}0.$$

де S_o - відстань від спостерігача до початку заокруглення, м (для оцінки кривої в плані приймається рівною 50 м);

$R_{пл}$ - радіус кривої в плані, м;

С - відстань від спостерігача до провідної лінії. Для двосмугових доріг і повороту направо С = 1,5 м, для повороту наліво С = 5,0 м (при ширині проїзної частини 7,5 м відповідно 1,5 і 6 м);

А - параметр клотоїди, м.

Висота очей спостерігача над поверхнею кривої (Н) залежить від розрахункової висоти очей водія над проїзною частиною (h) і поздовжнього профілю на ділянці, де розташована крива в плані. На опуклому поздовжньому профілі висота очей над поверхнею заокруглення зменшується і за рахунок цього збільшується видима кривизна провідною лінії, при увігнутому поздовжньому профілі висота очей над поверхнею заокруглення збільшується. Величину Н визначають розрахунком. Розрахункову формулу вибирають відповідно до схеми поєднання кривої в плані і кривої в поздовжньому профілі на рисунку 4.5 або 4.6.

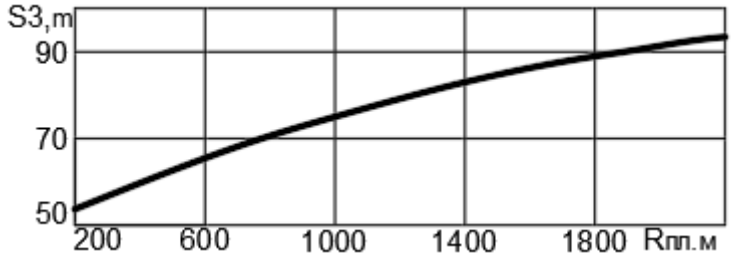


Рис. 4.3. Залежність відстані до екстремальної точки на кривій в плані від радіуса кривої (при відсутності перехідної кривої)

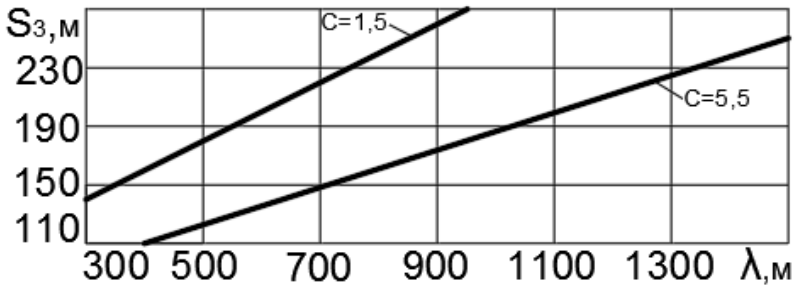


Рис. 4.4. Залежність відстані до екстремальної точки на заокругленні в плані з перехідними кривими від параметра клотоїди

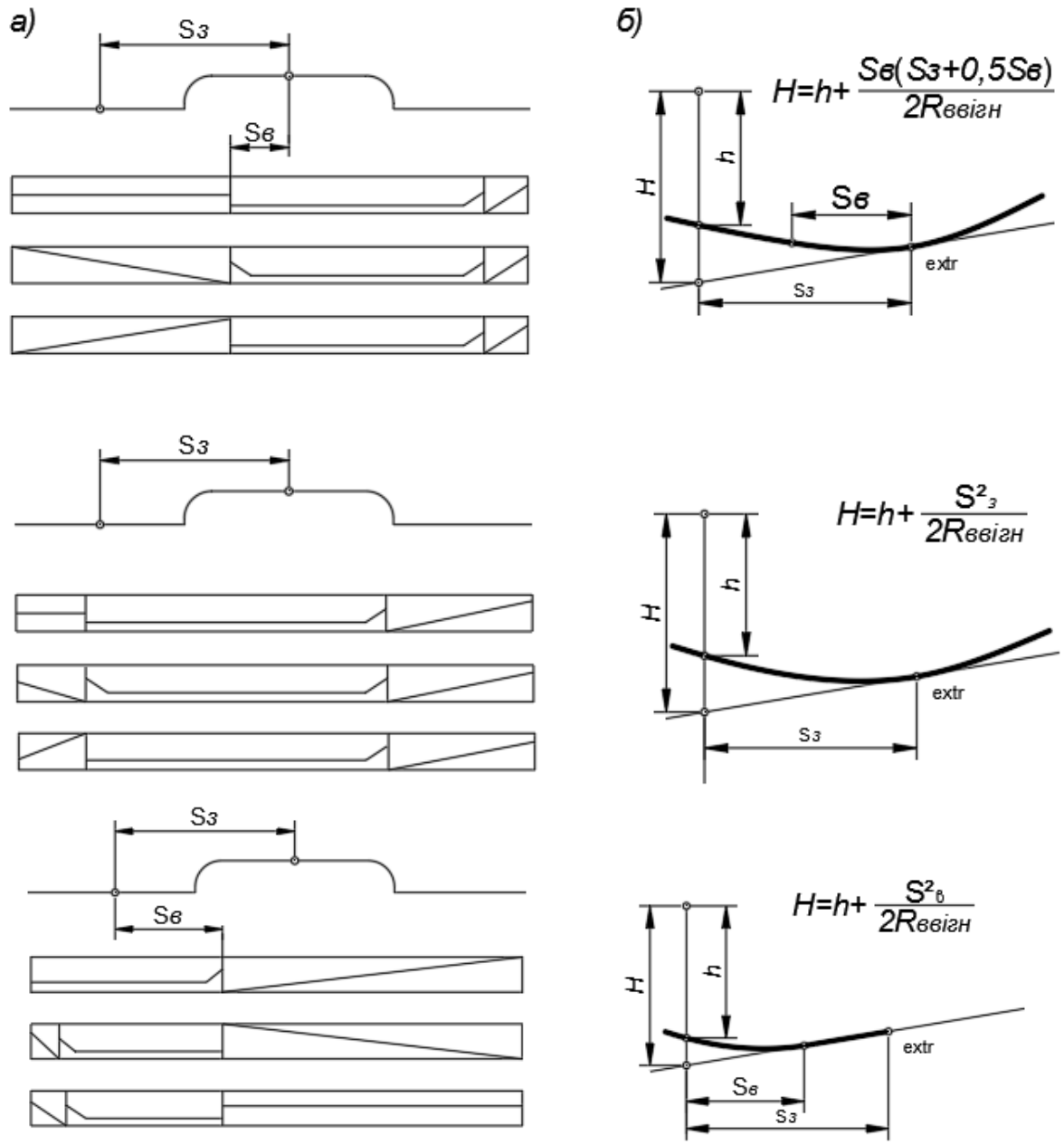


Рис. 4.5. Розрахункові схеми для визначення Н при розташуванні екстремальної точки в межах увігнутій вертикальній кривій:

а - взаємне розташування кривої в плані і вертикальної кривої;

б - розрахункова схема в поздовжньому профілі і розрахункова формула;

h - розрахункова висота очей водія над проїзною частиною, м;

S_e - відстань від спостерігача до екстремальної точки, м;

S_8 - відстань від початку вертикальної кривої до екстремальної точки (для випадку, коли початок вертикальної кривої лежить між спостерігачем і екстремальної точкою);

$S_к$ - довжина частини вертикальної кривої на ділянці S_e,

$R_{вип}$ - радіус вертикальної опуклою кривою, м;

$R_{вогн}$ - радіус вертикальної увігнутою кривою, м

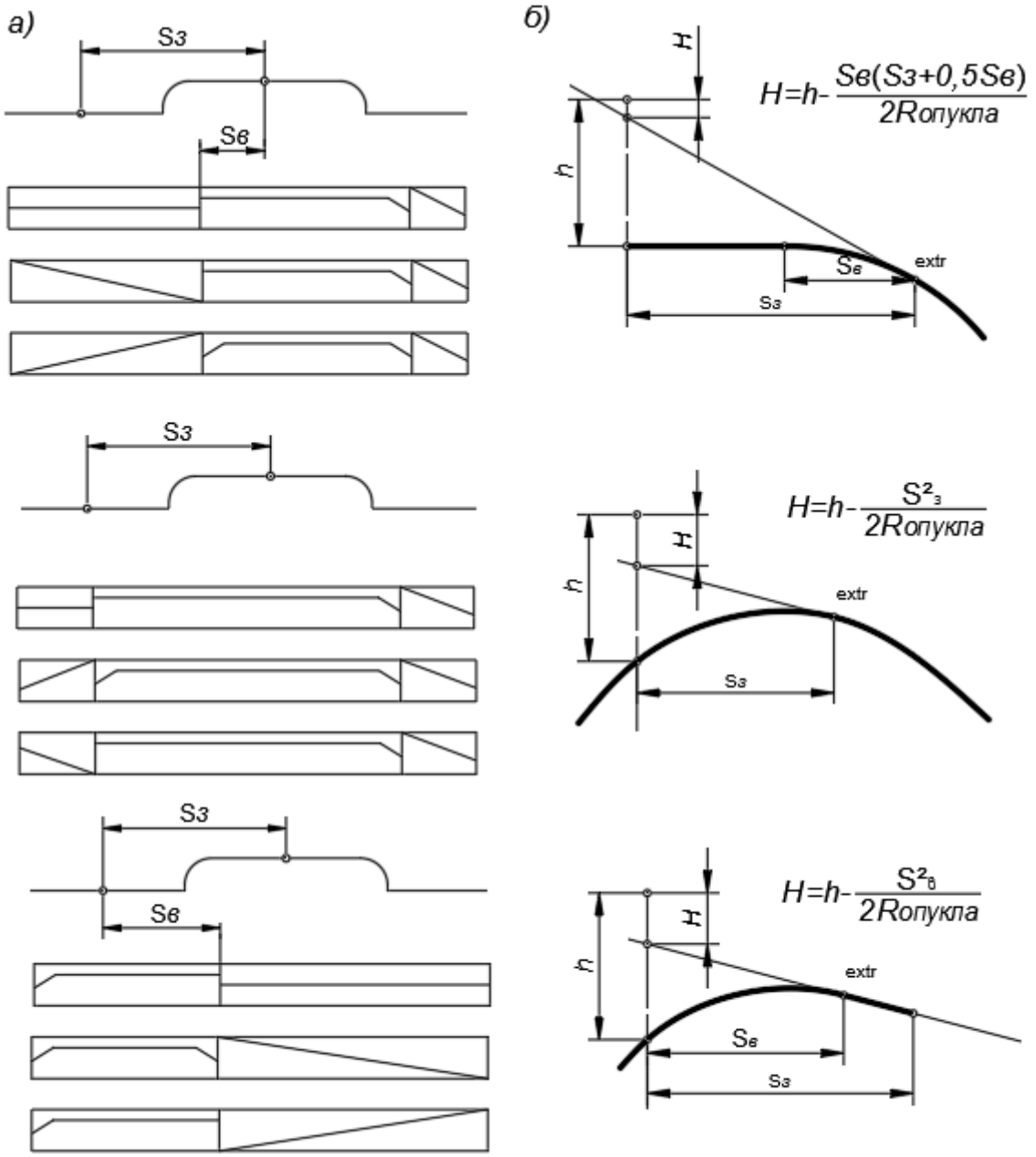


Рис. 4.6. Розрахункові схеми для визначення Н при розташуванні екстремальної точки в межах опуклої вертикальної кривої:
а - взаємне розташування кривої в плані і вертикальної кривої;
б - розрахункова схема в поздовжньому профілі

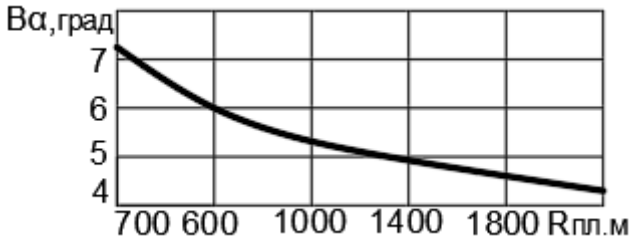


Рис. 4.7. Видима ширина проїжджої частини Bα в залежності від радіуса кривої (закруглення без перехідних кривих)

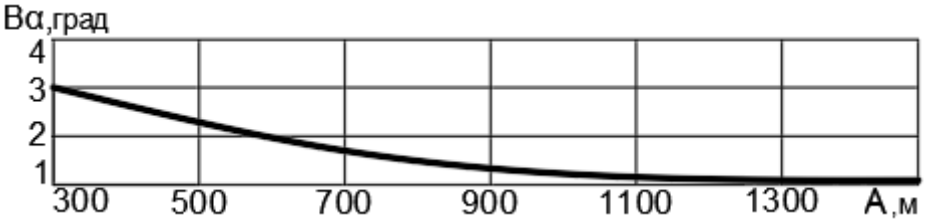


Рис. 4.8. Видима ширина проїжджої масті Bα в залежності від параметра клотоїди (заокруглення з перехідними кривими)

Якщо крива в плані розташована на прямій в поздовжньому профілі, незалежно від ухилу цьому прямий H = h.

Видиму ширину проїжджої частини в екстремальній точці визначають розрахунком за формулою (4.4) або графіком (рисунки 4.7 і 4.8).

$$B_\alpha = B_{\text{п.ч}}/S_э \cdot 0{,}017453, \qquad (4.4)$$

де B_α - видима ширина проїжджої частини, град;

$B_{\text{п.ч}}$ - ширина проїжджої частини в екстремальній точці, м;

S_e - відстань від спостерігача до екстремальної точки, м.

Радіус кривизни провідною лінії перспективи (R_α) визначають за графіками (рисунки 4.9 і 4.10). Для заокруглень тільки з кругової кривої без перехідних кривих

$$R_\alpha = H^3 R_{\text{пл}} \cdot 10^1/S_э^{\,3} \cdot 2{,}91, \qquad (4.5)$$

де H - висота очей спостерігача над поверхнею кривої в плані, м;

$R_{\text{пл}}$ - радіус кривої в плані, м.

Для заокруглення з перехідною кривою

$$R_\alpha = H^2 A^2 \cdot 10^1/S_э^{\,3}(S_э - 50) \cdot 2{,}91. \qquad (4.6)$$

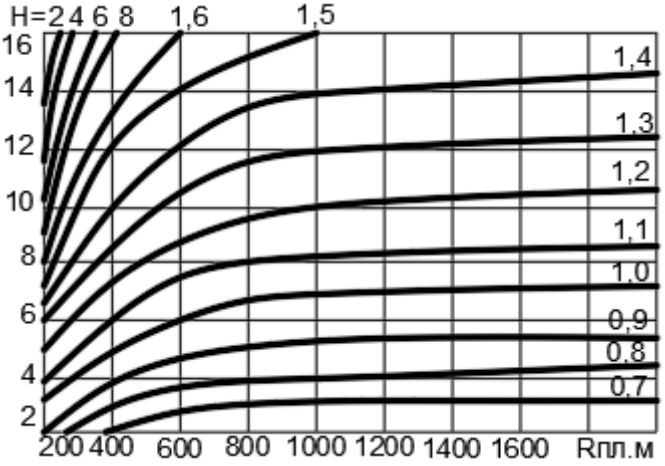


Рис. 4.9. Видима кривизна провідною лінії в екстремальній точці R_α на заокругленні без перехідної кривої:

H - висота очей водія над поверхнею кривої в екстремальній точці

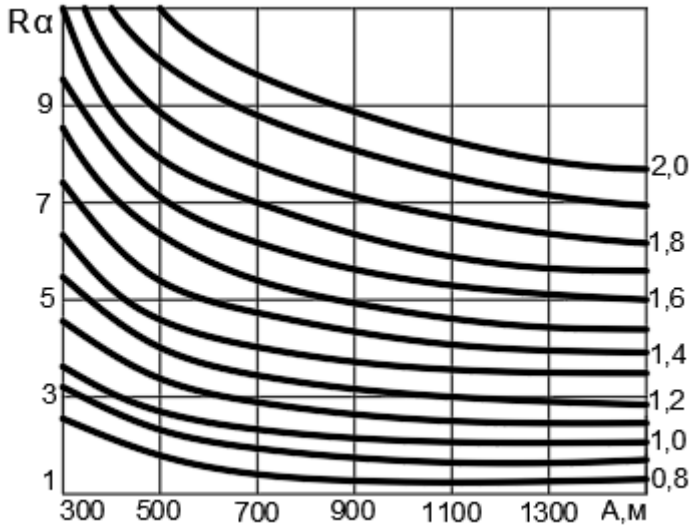


Рис. 4.10. Видима кривизна провідною лінії в екстремальній точці Rα на заокругленні з перехідною кривою і на клотоідной трасі:
H - висота очей водія над поверхнею кривої в екстремальній точці.

Якщо закруглення дороги не відповідає критерію плавності, рекомендується збільшити радіус кривої в плані, ввести перехідну криву на заокругленні без перехідної кривої, або збільшити параметр перехідної кривої. Не можна зменшити радіуси увігнутих вертикальних кривих (для збільшення висоти очей спостерігача (Н) над поверхнею кривої), так кік це призводить до зниження безпеки руху.

На увігнутих ділянках поздовжнього профілю зорову плавність слід забезпечувати тільки за рахунок зміни параметрів плану траси, на опуклих ділянках рекомендується покращувати її одночасним збільшенням параметрів кривих в плані та радіусів вертикальних кривих.

4.2. Хвилястість поздовжнього профілю

Хвилястість поздовжнього профілю, що виникає при несприятливих поєднаннях увігнутих і опуклих вертикальних кривих, характеризується ставленням видимих розмірів стрілки прогину провідною лінії до відстані між вершинами прогину. Математичної характеристикою зорової плавності прогину є кут при вершині прогину ψ, утворений дотичними в точках перегину лінії (рисунки 4.11, 4.12, 4.13)

$$\psi = 4f/l, \qquad (4.7)$$

де f - видима стрілка прогину; l - видима довжина прогину.

Видимі розміри f і l і, отже, зорова плавність хвилястого поздовжнього профілю залежить від висоти очей водія H над ділянкою прогину, відстані від спостерігача до стрілки прогину і кривизни траси в плані.

Для ділянки дороги прямого в плані або на кривій в плані з кутом повороту до 8°

$$\psi = \frac{2fL(L+l)}{(L+0{,}5l)0{,}5lH}, \qquad (4.8)$$

де f - стрілка прогину в поздовжньому профілі, м (рисунок 4.12);

L - відстань від водія до початку прогину, м (для доріг I категорії 1500 м, для інших категорій 1000 м);

l - довжина прогину, м (рисунок 4.13); H - висота очей водія над хордою прогину, м.

Для траси, прямолінійною в плані,

$$H = \sqrt{[(h+l_1)(i_1+i_2)]^3 + C^2}\ см, \qquad (4.9)$$

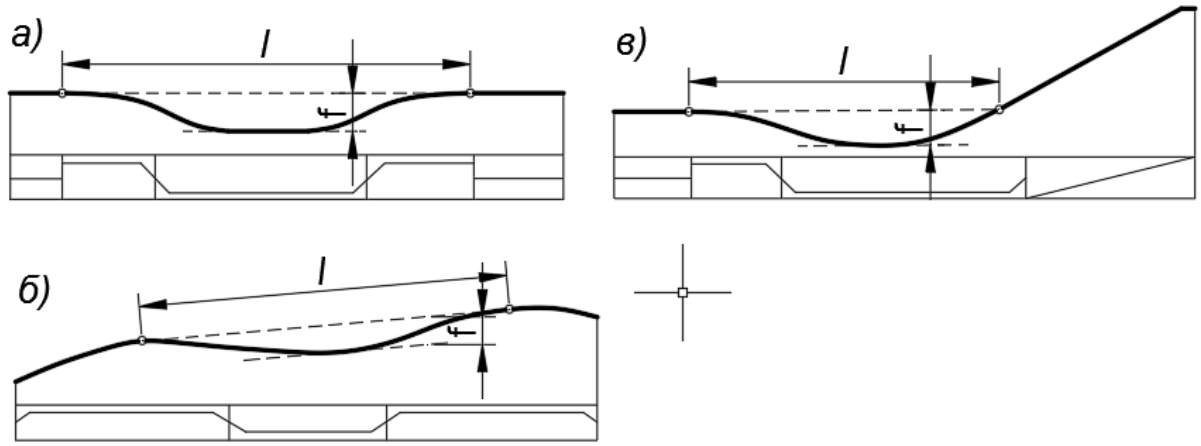


Рис. 4.11. Визначення стрілки прогину в поздовжньому профілі на прямий в плані або при куті повороту траси не більше 8°:
а, б - поєднання однією увігнутою і двох опуклих вертикальних кривих; в - поєднання увігнутій вертикальній кривій з опуклою кривою і прямій

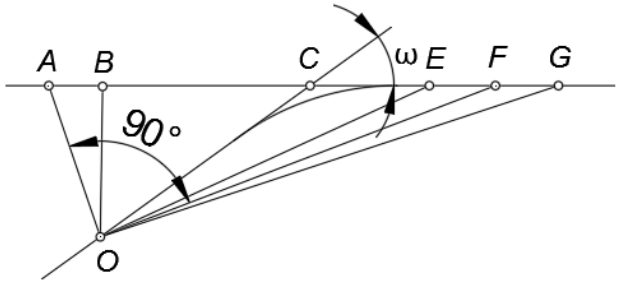


Рис. 4.12. Розрахункова схема до визначення ψ за формулою (4.10) при куті повороту траси більше 8°:

ω - кут повороту траси

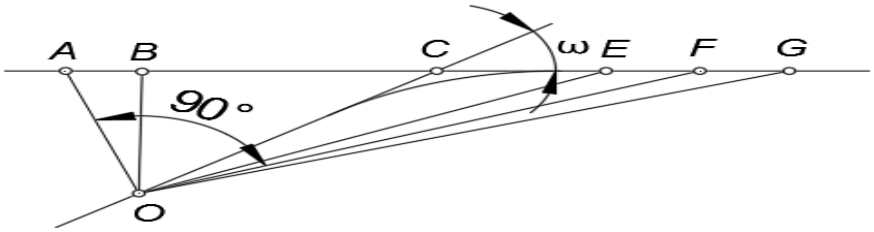


Рис. 4.13. Схема до розрахунку величини видимого кута при вершині прогину в поздовжньому профілі:

H - висота очей водія над стрілкою прогину: f - стрілка прогину, t1 - відстань до вершини прогину

де h - висота очей водія над проїзною частиною дороги, м (h = 1,2 м),

t1 - відстань від водія до вершини перелому в поздовжньому профілі, м;

i1 і i2 - поздовжні ухили, в частках одиниці; ССМ - зміщення водія щодо провідної лінії, м (ССМ = 1,5 м).

Якщо між водієм і прогином переломів в поздовжньому профілі немає,

$$H = \sqrt{h^2 + C^2} = 1{,}92 \text{ м.}$$

Якщо в плані траси є поворот на кут більше 8 ° або траса є клотоідной, видиму довжину прогину визначають згідно рисунком 4.13, а ψ за формулою

$$\psi = \frac{4f(AF + l)OE}{OF \cdot l \cdot OA}, \qquad (4.10)$$

де f - стрілка прогину, яка визначається за подовжньому профілю, м;

t - довжина прогину, м, визначається за подовжньому профілю як відстань між точками дотику прямих до верхніх точках прогину (рисунок 12).

Для криволінійної траси величину кута рекомендується знаходити в такій послідовності: визначити хорду EG по рисунку 4.12, що сполучає в плані крайні точки прогину E і G; знайти кут γ між хордою і променем, спрямованим з точки G в початок прогину E; якщо цей кут менше 3, вважають, що прогин лежить на прямій в плані ψ розраховують за формулою (4.8), якщо кут γ більше 3 °, знаходять OA = tgγL; знайти стрілку прогину f згідно рисунком 4.12 і кут ψ за формулою (4.10).

Якщо виявиться, що ψ> 0,045, рекомендується збільшувати довжину ЄС за рахунок збільшення радіусу вертикальних кривих і зменшення f.

Орієнтовно можна прийняти, що для забезпечення зорової плавності дороги довжину прогину слід збільшити або стрілку прогину зменшити в К раз, де

$$K = \psi /0{,}015.$$

Умова зорової плавності дороги на ділянці з прогином в поздовжньому профілі:

$$\psi < 0{,}015.$$

Якщо ця умова не виконується, рекомендується збільшити радіуси вертикальних кривих, що утворюють прогин, або кут повороту траси в плані.

4.3. Довжина прямої вставки в поздовжньому профілі

Пряма вставка в поздовжньому профілі між двома вертикальними кривими порушує зорову плавність, якщо ця пряма сприймається як самостійний елемент траси. Це відбувається, якщо видима довжина примою становить понад 0,1 від видимого найменшого радіуса кривизни провідною лінії. В якості ведучої лінії приймають праву кромку проїжджої частини.

Якщо пряма вставка розташована між двома увігнутими або опуклими вертикальними кривими різного радіусу допустима довжина прямої визначається кривою меншого радіуса. Якщо з прямою сполучаються криві увігнута і опукла, то визначальною є увігнута крива.

Якщо умова плавності lвα: Rвα <0,1 не виконуються, рекомендується зменшити довжину прямої вставки за рахунок збільшення радіусу увігнутій вертикальній кривій.

Для траси прямолінійною в плані і кутів повороту менше 8 ° видимий радіус кривизни провідною лінії у вертикальній площині

$$R_{в\alpha} = \frac{R^1_в (\frac{C}{S_э})^2 \cdot 10^4}{[(S_0 - S_э)^3 (1 - \frac{S^2}{C^2}) + R^2_в]^{3/2} 2{,}91}, \quad (4.11)$$

де $R_в$ - радіус вертикальної кривої, м;

С - відстань від водія до площини вертикальної кривої або її хорди в плані, м (для траси прямої в плані С = 1,5 м);

S_0 - відстань від водія до початку вертикальної кривої, м;

S_e - відстань від водія до екстремальної точки на кривій, м (рисунок 4.14);

для увігнутої вертикальної кривої:

$$S_э = \sqrt{S^2{}_0 - 2h_в R_{вогн}};$$

дли опуклої вертикальної кривої:

$$S_э = \sqrt{S^2{}_0 + 2h_в R_{ввып}},$$

$h_в$ - висота очей водія над дотичній (в поздовжньому профілі) до початку вертикальної кривої, м.

Допустима довжина прямої вставки в поздовжньому профілі, що не порушує зорову плавність дороги

$$l_в = \frac{0{,}291 R_{в\alpha}(S_0 + K)^3}{H10^4 - 0{,}291 R_{в\alpha}(S_0 + K)}, \qquad (4.12)$$

де $l_в$ - допустима довжина прямої вставки в поздовжньому профілі, м;

$R_{в\alpha}$ - видимий радіус кривизни увігнутій вертикальній кривій, визначений за формулою (4.11);

S0 - відстань від водія до початку вертикальної кривої, м;

H - висота очей водія щодо вставки згідно рисунку 4.14.

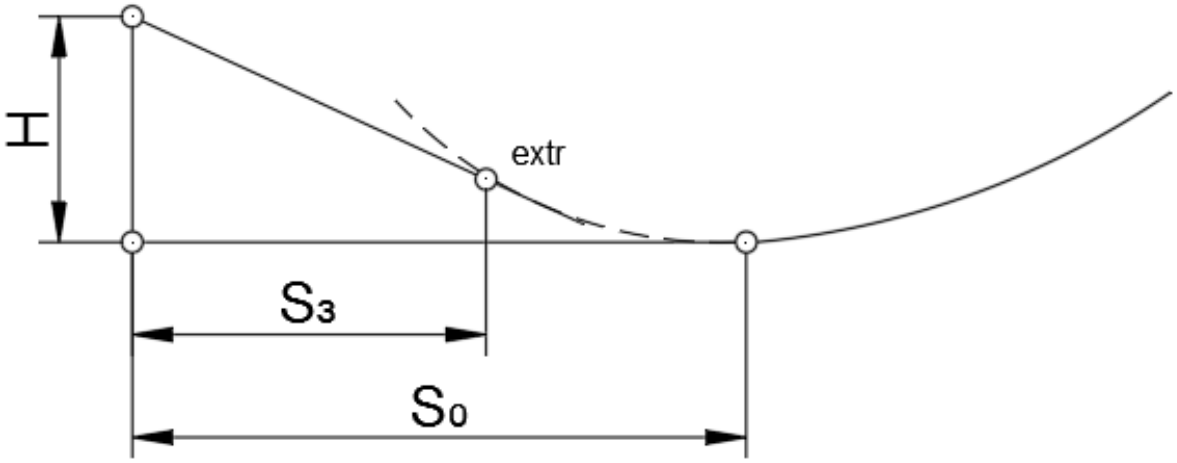


Рис. 4.14. Схема до розрахунку відстані від спостерігача до екстремальної точки на вертикальній кривій:
H - висота очей водія над дотичній до початку вертикальної кривої; S_0 - відстань до початку вертикальної кривої

Пряма вставка в поздовжньому профілі не обмежується, якщо увігнута вертикальна крива поєднана з горизонтальної кривої і кут повороту траси в плані більш 8º.

5. Освітлення автомобільної дороги

На рівень ергономічності автомобільної дороги досить великий вплив має рівень освітленості автомобільних доріг, місць стоянки транспортних засобів і т.д.

При проектуванні пристрою зовнішнього освітлення вуличних площ, автомобільних доріг повинні забезпечуватися наступні вимоги:

- нормовані величини кількісних, якісних показників освітлювальних зупинок;
- економічність установок, раціональне використання електроенергії;
- надійність роботи освітлювальних установок;
- безпеку обслуговуючого персоналу і населення;
- зручність обслуговування і управління освітлювальними установками.

Використовувані в освітлювальних установках обладнання та матеріали повинні відповідати вимогам стандартів, технічній напрузі мережі, умов навколишнього середовища. Застосування в освітлювальних установках відкритих ламп без армування не допускається.

При проектуванні установок зовнішнього освітлення вибір опор і світлових приладів повинен проводитися з урахуванням архітектурно-планувальних особливостей освітлюваної дороги, сприйняття освітленої зони в денний і вечірній час.

Проектування освітлення доріг, вулиць і площ має виконуватися в складі проектів благоустрою з урахуванням характеристик світловідбивання дорожніх покриттів і рішень з озеленення.

Розрахунок освітлення площ міст, вулиць, доріг різного призначення має здійснюватися з урахуванням забезпечення нормованих величин освітленості на відповідних функціональних зонах площі. У діючих нормах з проектування штучного освітлення освітленість визначається кутовим розміром об'єкта розрізнення, контрастом його з фоном і коефіцієнтом відображення фону. Поверхні дорожнього покриття вулиць, площ, доріг, що володіють розсіяним відображенням, характеризуються не яскравістю, а светністю фону або, знаючи порядок величини коефіцієнта відбиття,

освітленістю. Це значно спрощує розрахунки і вимірювання, так як розрахувати або виміряти освітленість можна досить просто.

Основним нормативним документом України, що регламентує норми освітленості для вулиць, площ, автомагістралей, автомобільних доріг з регулярним транспортним рухом у міських поселеннях є - ДБН В.2.5-28-2006 "Природне і штучне освітлення". Норми освітленості обов'язкові для всіх організацій, що здійснюють діяльність в галузі будівництва та монтажу опори зовнішнього освітлення в міських і сільських поселеннях.

Пристрій вуличного освітлення регламентується ВСН 22-75 - «Інструкцією з проектування зовнішнього освітлення міст, селищ міського типу і сільських населених пунктів». За характером пропонованих вимог до освітлення всі вулиці і площі міст поділяються на три категорії: А - швидкісні дороги, магістралі загальноміського значення і т.п .; Б - магістральні вулиці районного значення, дороги вантажного руху і т.п (таблиця 5.1)

Таблиця 5.1.

Вимоги до освітлення автомобільних доріг

Категорія вулиць	Найменування об'єкта	Найбільша інтенсивність руху в обох напрямках, од. / год	Середня яскравість покриття, L, кд / м^2	Середня освітленість, Е, лк
А	Магістральні дороги, Магістральні вулиці Загальноміського значення	≥ 3000 1000 - 3000 500 - 1000	1,6 1,2 0,8	20 20 15
Б	Магістральні вулиці Районного значення	≥ 2000 1000 - 2000 500 - 1000 ≤ 500	1,0 0,8 0,6 0,4	15 15 10 10
В	Вулиці та дороги місцевого значення	≥500 ≤ 500	0,4 0,3	8 6

На відміну від всіх інших освітлювальних установок рівень освітлення для доріг з асфальтобетонним покриттям нормується не величиною освітленості, а величиною яскравості поверхні дорожнього покриття в напрямку спостерігача, що знаходиться осі руху транспорту. Це пояснюється тим, що асфальт особливо мокрий, має різко вираженим дзеркальним характером відображення, внаслідок чого величина освітленості може характеризувати видимість. Для вулиць і доріг, що мають найпростіші (грунтові, щебеневі) або перехідного типу (асфальтові, укріплені в'яжучими) покриття, допустимо характеризувати рівень освітлення величиною освітленості. Тому ВСН 22-75 встановлює норму освітлення вулиць та інших проїздів з асфальтобетонним покриттям у вигляді величини середньої яскравості (в межах від 1,6 до 0,2 кд / м2) в залежності від категорії вулиць і щільності руху, а для вулиць з найпростішими перехідного типу покриттями - у вигляді величини середньої горизонтальної освітленості (в межах від 6 до 2 лк). ВСН 22-75 містять ряд якісних вимог до пристрою вуличного освітлення, в тому числі визначають найменшу допустиму висоту підвісу світильників в залежності від їх характеристик, потужності і типу ламп, а також співвідношення найбільшою і найменшою величин яскравості і освітленості і т.д.

Крім нормування яскравості і освітленості проїжджої частини вулиць і площ в «Вказівки з проектування вуличного освітлення» (СН 278-64) регламентується ряд інших, дуже важливих світло- і електротехнічних, а також експлуатаційних показників і даються відповідні рекомендації по їх реалізації. Такими питаннями є: висота підвісу світильників за умовами обмеження осліплення, вибір найбільш економічних типів світильників і джерел світла в залежності від місця їх застосування, розміщення світильників на вулицях і площах, пристрій загальноміського, автоматичного управління освітленням та ін.

Освітлення вулиць і доріг з нормованою середньої яскравістю 0,4 кд / м2 і вище або середньої освітленістю 4 лк і вище повинно виконуватися світильниками, що забезпечують широке або напівшироке світлорозподілення.

Норми освітленості поверхонь регламентуються державним документом: «Природне і штучне освітлення» - СНиП 23-05-2010, які є актуалізованої редакцією СНиП 23-05-95.

6. Склад розрахунково-графічної роботи, вихідні дані

Обсяг розрахунково-графічної роботи:

Графічна частина складається з 1-го аркуша: аркуша формату А2 або А2, та одного формату А4 (роздруківка з програми).

Розподіл аркушів:

1 аркуш (А1) - вихідні дані, план траси, відомість кутів повороту, схеми закріплення елементів траси (попередній розрахунок з курсової роботи «Проектування автомобільних доріг та аеродромів» Частина 2), схема плану освітлення, конструкції освітлення та розрахункові схеми варіантів освітлення;

2 аркуш (А4) – розрахункові схеми освітлення.

У склад розрахунково-графічної роботи входять два основні розділи:

- визначення основних ергономічних властивостей ділянки автомобільної дороги;
- розрахунок варіантів освітлення ділянки автомобільної дороги.

Розрахунково-пояснювальна записка містіть данні про визначення основних ергономічних властивостей ділянки автомобільної дороги. В записці наводять основні характеристики дороги та оцінюють:

- основній критерій зорової плавності ділянки автомобільної дороги;
- зорову плавність заокруглення в плані автомобільної дороги;
- хвилястість поздовжнього профілю;
- довжину прямої вставки в поздовжньому профілі.

Методика та послідовність розрахунку наведена у пункті 4 цих методичних вказівок.

У розрахунку варіантів освітлення ділянки автомобільної дороги визначають:

- вимоги до освітлення певної ділянки автомобільної дороги згідно нормативних документів;
- необхідні технічні засоби для освітлення та їх конструкції;
- схеми розміщення світильників в освітлювальних установках вулиць і доріг;
- схеми допустимого розташування опор;
- освітленість на вулиці і на тротуарі за трьома варіантами.

На основі розрахунків обрати найбільш оптимальний варіант освітленості на вулиці і на тротуарі з рівномірним розподілом світла.

Загальний висновок за роботою роблять на підставі отриманих значень ергономічності ділянки раннє запроектованої автомобільної дороги, і надають пропозиції на внесення змін в проект, якщо це необхідно.

Розрахункова-пояснювальна записка повинна містить 20-25 сторінок формату А4.

Зміст розрахунково-пояснювальної записки наступний:

1.Характеристика району (області) прокладання траси	3-4 стор.
2. Визначення ергономічних властивостей автомобільної дороги	5-8 стор.
3. Розрахунок варіантів освітлення ділянки автомобільної дороги	11-15 стор
Література	1 стор.

Вихідними даними для оцінки ергономічних показників автомобільної дороги є результати проектування, отримані при виконанні курсової роботи з дисципліни «Проектування автомобільних доріг» Частина 4, яку студенти виконували на 4-му курсі. На підставі отриманих значень в роботі необхідно оцінити ергономічність ділянки раннє запроектованої автомобільної дороги, і дати пропозиції на внесення змін в проект, якщо це необхідно.

Завдання на розрахунково-графічну роботу складається із бланка (додаток А), в якому містяться наступні дані: початок і кінець траси, область будівництва, інтенсивність руху на дорозі, геометричні розміри ділянки дороги, категорія дороги, план та поздовжній профіль автомобільної дороги М 1:2500, 1:5000 або 1:10 000.

Література

1. Бабков В. Ф., Андреев О. В. Проектирование автомобильных дорог: Учебник. - М.: Транспорт, 1987. - Ч. 1. - 367 с. - Ч. 2. - 415 с.
2. Бойчук В. С. Довідник дорожника. - К.: Будівельник, 1995. - 312 с.
3. Бойчук В.С. Довідник дорожника. - К.: Урожай, 2002. - 558 с.
4. ДБН В.2.3-4-2015. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. Держбуд України. - К.: 2016. - 91 с.
5. ДСТУ Б А.2.4-29:2008. Система проектної документації для будівництва. Автомобільні дороги. Робочі креслення. -К.: Мінрегіонбуд України, 2009. - 34 с.
6. Красильщиков И. М., Елизаров Л. В. Проектирование автомобильных дорог. - М.: Транспорт, 1986. - 216 с.
7. Руководство пользователя программы Light-in-Night . «БЛ ГРУППП», 2016. – 147с
8. ДБН В.2.5-28-2006 "Природне і штучне освітлення". Держбуд України. - К.: 2006. - 91 с.
9. ВСН 22-75 «Інструкція з проектування зовнішнього освітлення міст, селищ міського типу і сільських населених пунктів». -К.: Мінрегіонбуд України, 2009. - 57 с.

Додатки

Додаток А. Титульна сторінка

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ
Кафедра автомобільних доріг та аеродромів

ЗАВДАННЯ
до розрахунково-графічної роботи
«**Визначення ергономічних властивостей ділянки автомобільної дороги**»
з дисципліни «Основи ергономіки»

Студент _____групи _____
Визначити ергономічність автомобільної дороги між пунктами _____
_____

І. Вихідні дані для проектування

1. Дорога прокладається в _____ області
2. Перспективна інтенсивність руху _____ авт./добу
3. Склад розрахункових автомобілі
4. Топографічна карта, М 1:10 000 (зворотна сторінка) _____
5. План траси дороги М 1:2500 між пунктами (зворотна сторінка) _____

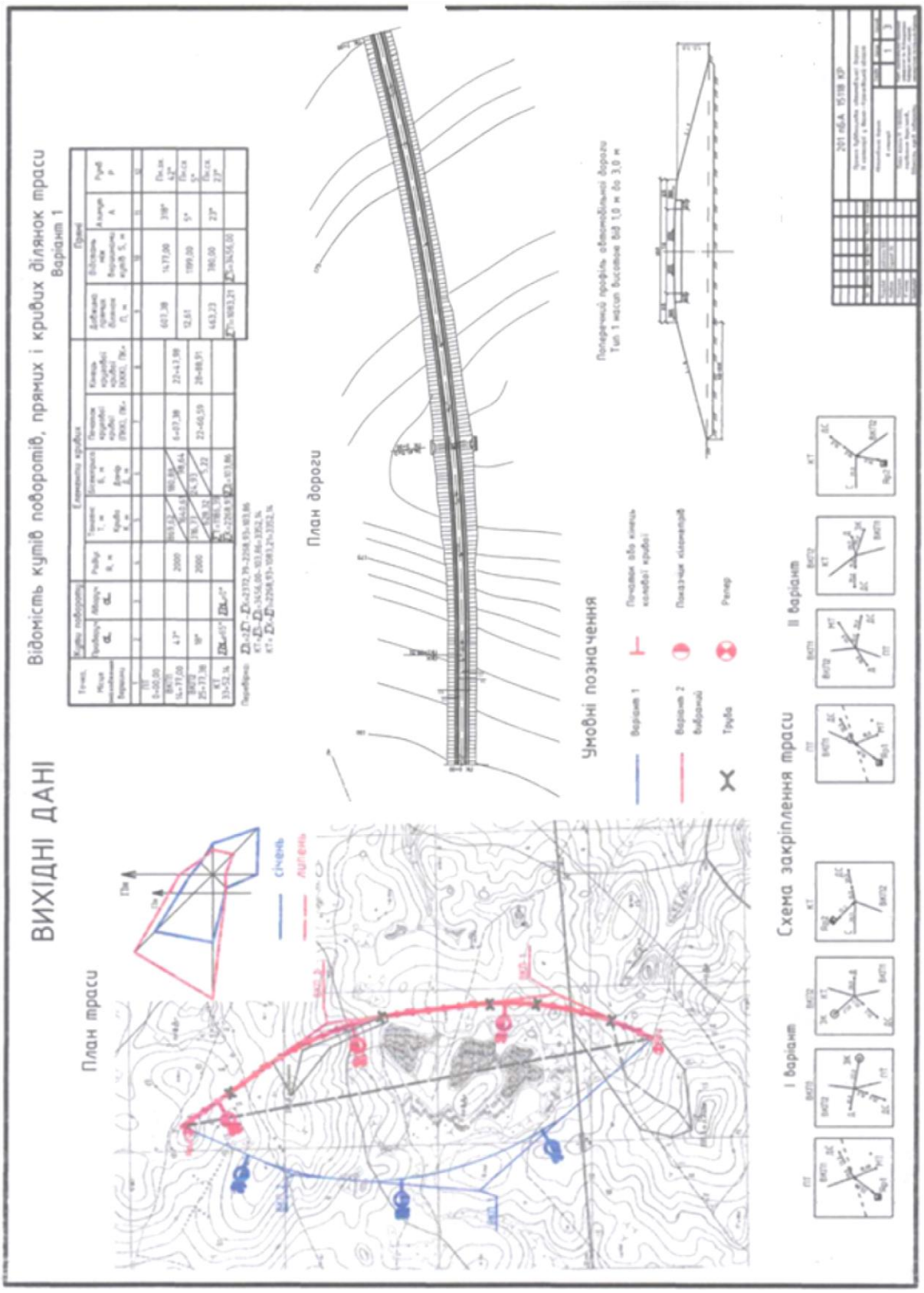
ІІ. У проекті потрібно розв’язати наступні питання /розділи/:

1. Загальна характеристика району прокладання траси.
2. Категорія дороги.
3. Обґрунтувати основні технічні нормативи прийнятої категорії дороги.
4. Оцінити зорову плавність заокруглення в плані автомобільної дороги, хвилястість поздовжнього профілю, довжину прямої вставки в поздовжньому профілі.
5. Обгрунтувати вимоги до освітлення певної ділянки автомобільної дороги згідно нормативних документів.
6. Обрати необхідні технічні засоби для освітлення та їх конструкції; навести схеми розміщення світильників в освітлювальних установках вулиць і доріг та схеми допустимого розташування опор.
7. Розрахувати освітленість на вулиці і на тротуарі за трьома варіантами.
8. Оцінити ергономічність ділянки раннє запроектованої автомобільної дороги, і дати пропозиції на внесення змін в проект, якщо це необхідно

Термін виконання _____

Керівник проекту _____

Вихідні данні (результати проектування за дисципліною «Проектування автомобільних доріг та аеродромів» Частина 4)



Додаток Б. Проектування освітлення автомобільної дороги.

Приклад.

На підставі ВСН 22-75 - «Інструкцією з проектування зовнішнього освітлення міст, селищ міського типу і сільських населених пунктів» категорія дороги - Б2. Для даної категорії об'єкта нормована середня яскравість дорожнього покриття - 1,2 kg / m2, нормована середня освітленість складає 20лк, загальна рівномірність розподілу яскравості дорожнього покриття Lmin / Lcp не менше 0,4, поздовжня рівномірність розподілу яскравості дорожнього покриття Lmin / Lmax не менше 0 , 6., рівномірність розподілу освітленості дорожнього покриття Emin / Ecp не менше 0,35.

Характеристики освітлення задовольняють нормам досягаються вибором типу світильників, потужністю світловий установки, розстановкою, висотою опор освітлення, кутом нахилу кронштейна. Для розрахунку типізовані різні ділянки дороги.

Було визначено оптимальний кут нахилу кронштейнів з двома і одним світильником -25 градусів.

Для зовнішнього освітлення застосовані світильники ЖКУ 66-250-001 з електронної пускорегулювальної апаратурою (ЕПРА) та натрієві лампи високого тиску NAV-T, потужністю 250W.

Для освітлення, використовуються металеві опори освітлення з кронштейнами для двох світильників індивідуального виготовлення для освітлення шляхопроводу і металеві оцинковані опори освітлення з кронштейнами для одного світильника.

Обирають конструкція світильника та розраховується світлорозподіл за допомогою програми Light-in-Night Road (рисунок 6.1). У роботі обрана фланцева опора (рисунок 6.2). Схеми розташування опор наведені на рисунках 6.3-6.7.

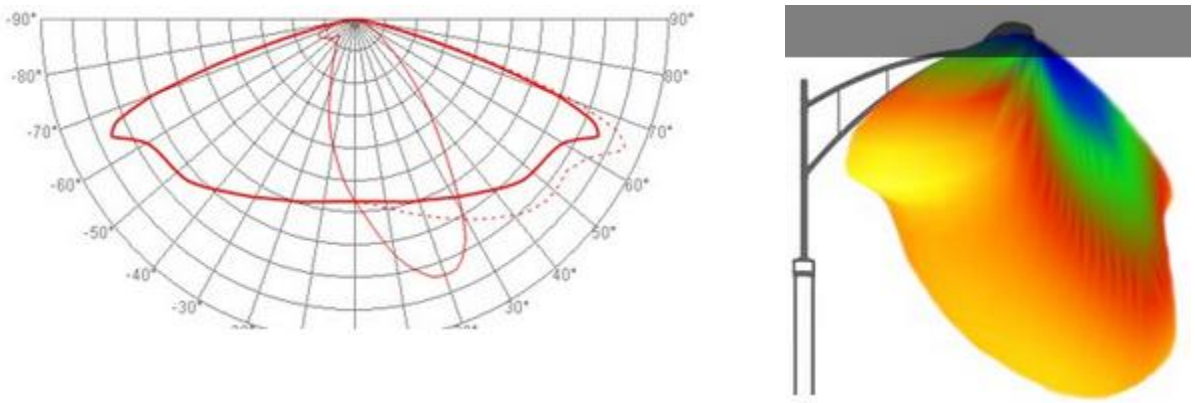
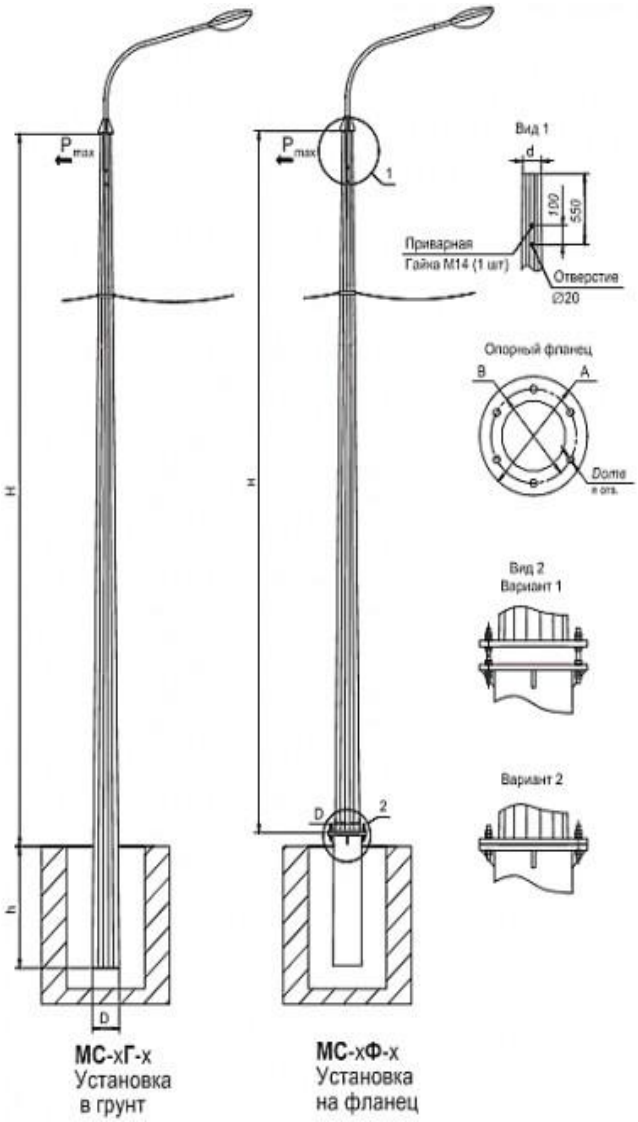


Рис. 6.1. Схема розрахунку світлорозподілу обраної конструкції світильника.

а - світильник ЖКУ

б - опора



в - фланцева опора встановлюється на стандартний металевий фундамент. З'єднання опори і металевого фундаменту здійснюється за допомогою фланцевого з'єднання болтів або шпильок. Прямостоечная опора встановлюється в заздалегідь підготовлену - пробурену свердловину з подальшою заливкою бетоном.

Проектовані опори освітлення встановлюються на відстані 1 метра від зовнішньої поверхні бортового каменю до зовнішньої поверхні опори. На ділянках без бортового каменю і огорожі опори встановлюються на 0,4 від краю проїжджої частини. На шляхопроводі опори встановлюються на спеціально передбачених для опор освітлення.

Рис. 6.2. Конструкція фланцевої опори

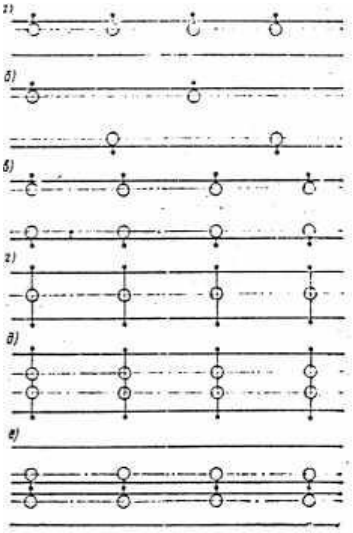


Рис. 6.3. Схеми розміщення світильників в освітлювальних установках вулиць і доріг
а - одностороння; б - дворядна в шаховому порядку; в - дворядна прямокутна; г - осьова; д - дворядна прямокутна по осях руху; е - дворядна прямокутна по осі вулиці

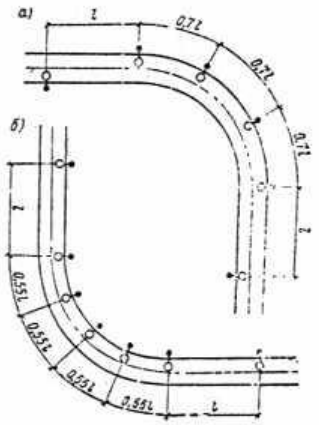


Рис. 6.4. Схеми розміщення світильників на заокругленні вулиць і доріг

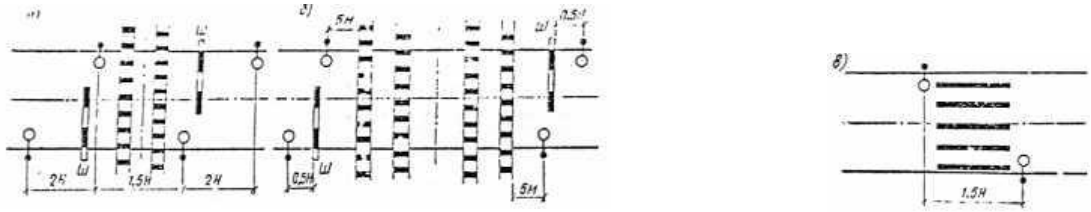


Рис. 6.5. Схеми розміщення світильників
а, б (на залізничних переїздах; в - на пішохідному переході;
ш - автоматичний шлагбаум

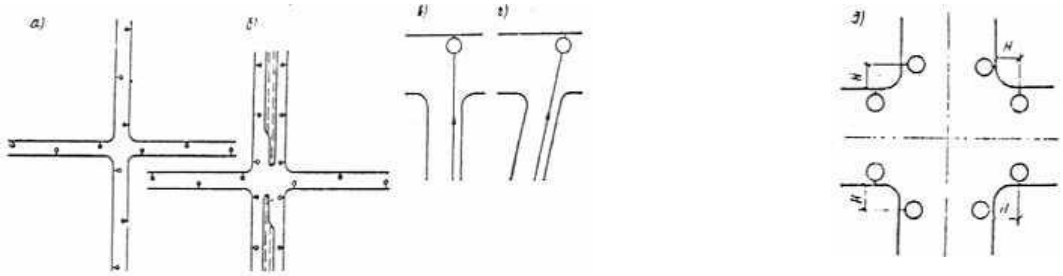


Рис.6.6. Схеми розміщення світильників на пересічних в одному рівні
а, б, д - на чотиристоронніх пересічних; в, г - на приляганнях

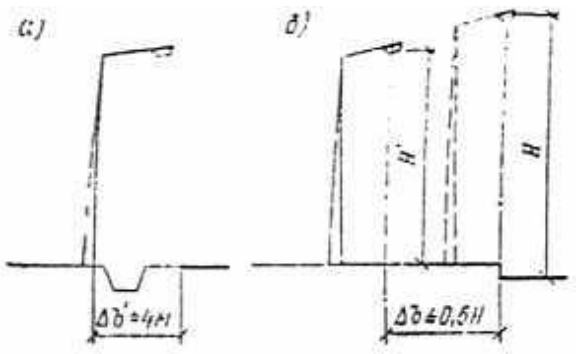


Рис. 6.7. Схеми допустимого розташування опор
а - за кюветом; б - (зі зміщенням від проїжджої частини; Н (допустима висота установки світильника на межі проїжджої частини за умовами обмеження сліпучої дії; (b - зсув світильника від межі проїзної частини; Н '- допустима висота зміщеного світильника; (b' (відстань від опори до межі проїзної частини В цьому випадку мінімальну висоту установки світильників (Н ') може бути зменшена (але не нижче, ніж до 6,5 м) відповідно до формули

$$H' \geq 1{,}5 + \sqrt{(H - 1{,}5)^2 - (\Delta b)^2},$$

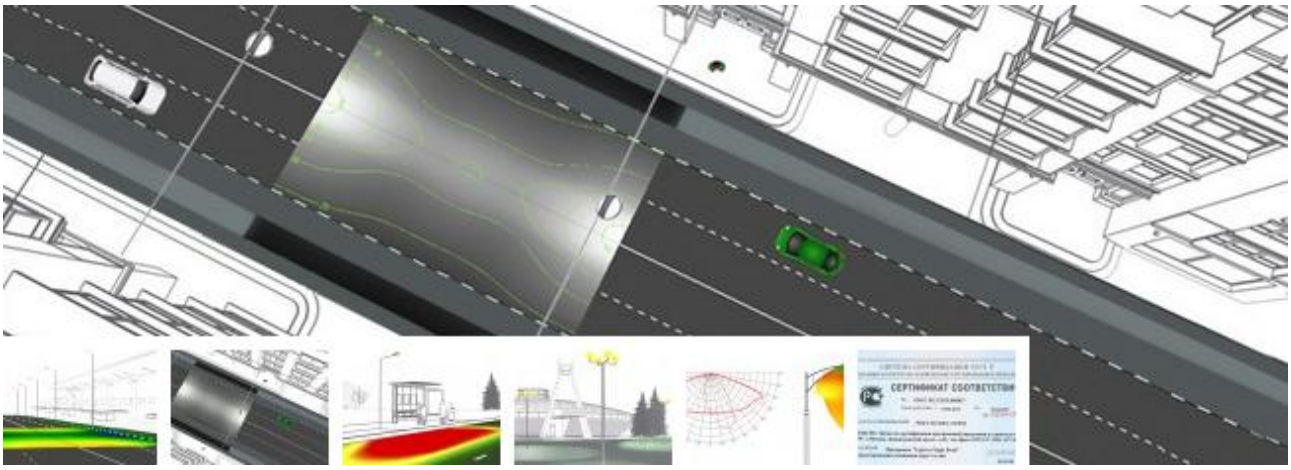
де Н - допустима висота установки світильників відповідно до вимог глави СНіП щодо проектування природного та штучного освітлення про обмеження сліпучої дії освітлювальних установок.

Розрахунок освітлення проводять з використанням програми Light-in-Night Road, що дозволяє:

- обирати тип, потужність і светораспределение необхідного світильника (з можливістю перегляду і одночасного порівняння кривих сили світла (КСС) декількох світильників);
- оцінювати ефективність обраної схеми освітлення прямих доріг (одностороння, двостороння, шахова, центральна і ін.);
- підбирати найбільш раціональне розташування світильників: спосіб установки (на опорі, на щоглі, на торшері), схему розміщення (в лінію, по колу або індивідуально), висоту установки, крок опор, нахил кронштейна або орієнтацію прожекторів та ін .;
- автоматично визначити оптимальний крок між опорами, при якому забезпечується задані рівні середньої яскравості або освітленості дорожнього покриття і рівномірність освітлення;
- правильно класифікувати освітлюваний об'єкт (ділянку вулиці, площі, перехрестя, пішохідна зона і т.п.) і визначити для нього нормативні показники відповідно до положень діючих норм;
- проводити розрахунок значень нормованих параметрів освітлювальної установки: середньої яскравості або освітленості дорожнього покриття; горизонтальної та полуциліндріческой освітленості для тротуару; коефіцієнтів рівномірності яскравості і

освітленості; показників осліпленості; освітленості на стінах прилеглих до вулиці будівель;

- порівнювати їх з відповідними нормативними показниками;
- уявляти вихідні дані і результати розрахунку у вигляді багатосторінкового протоколу в наочної текстової, табличної і графічної формі, зручній для подання в проектній документації.



Програма дозволяє виконувати моделювання освітлення тривимірних об'єктів (багаторівневих транспортних розв'язок, мостів, естакад і т.п.). Моделювання самих об'єктів може бути виконано або в самій програмі, або в програмах САПР (наприклад, AutoCAD) з наступним завантаженням dxf-файлів в програму. Програма забезпечує наочну візуалізацію освітлюваних об'єктів і результатів розрахунку освітлення у вигляді нанесених на об'єкти изолюкс, сітки розрахункових точок або заливки в сірих або фіктивних кольорах.

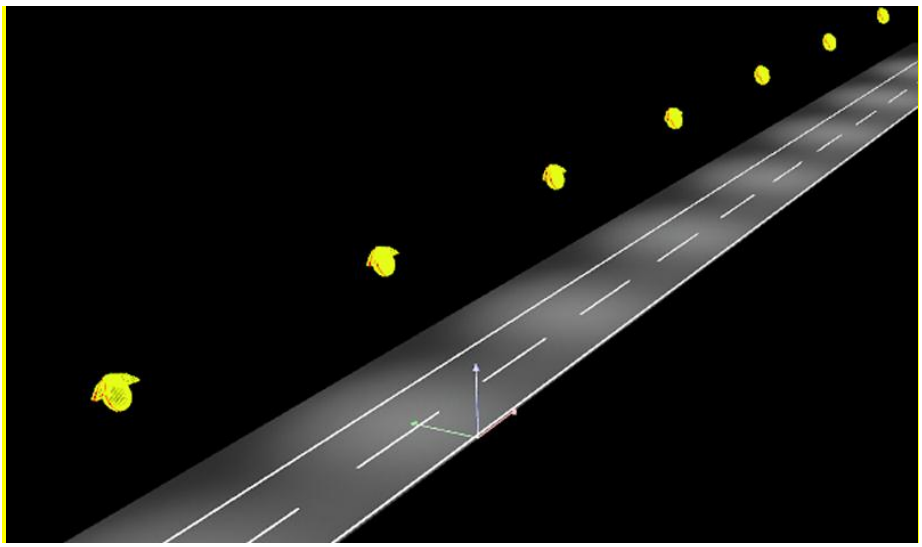
Розрахунок

За матеріалами попередньої курсової роботи:

- вулиця шириною 7.5 метрів,
- тротуар шириною 4 метри,
- опори висотою 10 метрів по краю вулиці
- на відстані 20 метрів.

Світильники встановлені на консолі довжиною 2 метри під кутом 25 градусів.

Необхідно отримати освітленість вулиці 18 люкс і додатково висвітлити тротуар.



1 ЕТАП.

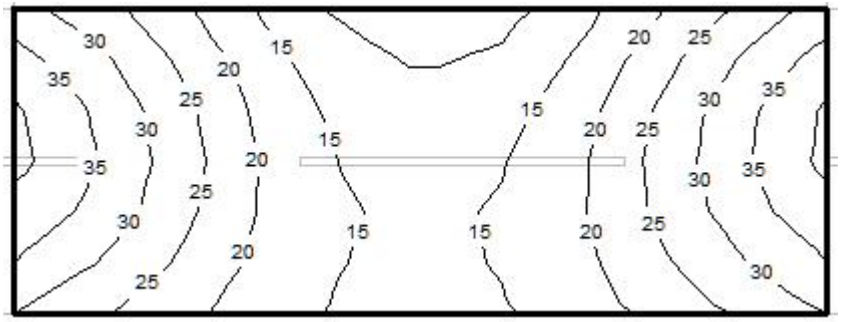
Світильник 8000 люмен без лінз. Розрахуємо освітленість на вулиці і на тротуарі.

Для того, щоб показати необхідність і ефективність застосування лінз для вуличних світильників розрахунок проведемо в 3 етапи з різною оптикою.

Приймаємо світловий потік світильника 8000 люмен, будемо міняти оптику і оцінювати результат розрахунку освітленості.

За результатами розрахунку освітленості вулиці бачимо дуже високу нерівномірність - максимальна освітленість - 39 люкс, мінімальна - 7.5 люкс.

Візуально будуть світлові плями під опорами, а між ними - провал освітленості.



2 ЕТАП

Світильник 8000 люмен з дорожніми лінзами.

Так само розраховуємо освітленість вулиці і тротуару.

На тротуарі результат аналогічний - висока нерівномірність. Максимальна освітленість - 25 люкс, мінімальна - 1.89 люкс.

На другому етапі розрахунків використовуємо дорожні лінзи.

Результат розрахунку освітленості вулиці набагато краще, це видно навіть по малюнку, без цифр.

Але зверніть увагу на збільшену освітленість 24 люмена між опорами. Цей сплеск ми приберемо на 3 етапі.

Рівномірність освітленості тротуару так само покращилася.

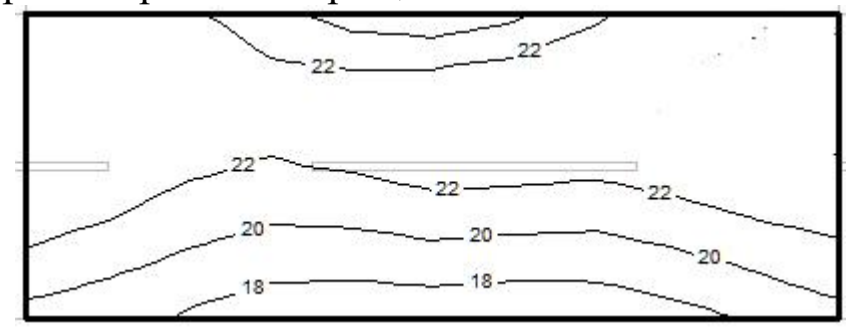
3 ЕТАП

Світильник із загальним потоком 8000 люмен. Частина світлодіодів з дорожніми лінзами, частина - без лінз.

Освітленість тротуару практично не змінилася.

Прибрали зростання освітленості між світильниками.

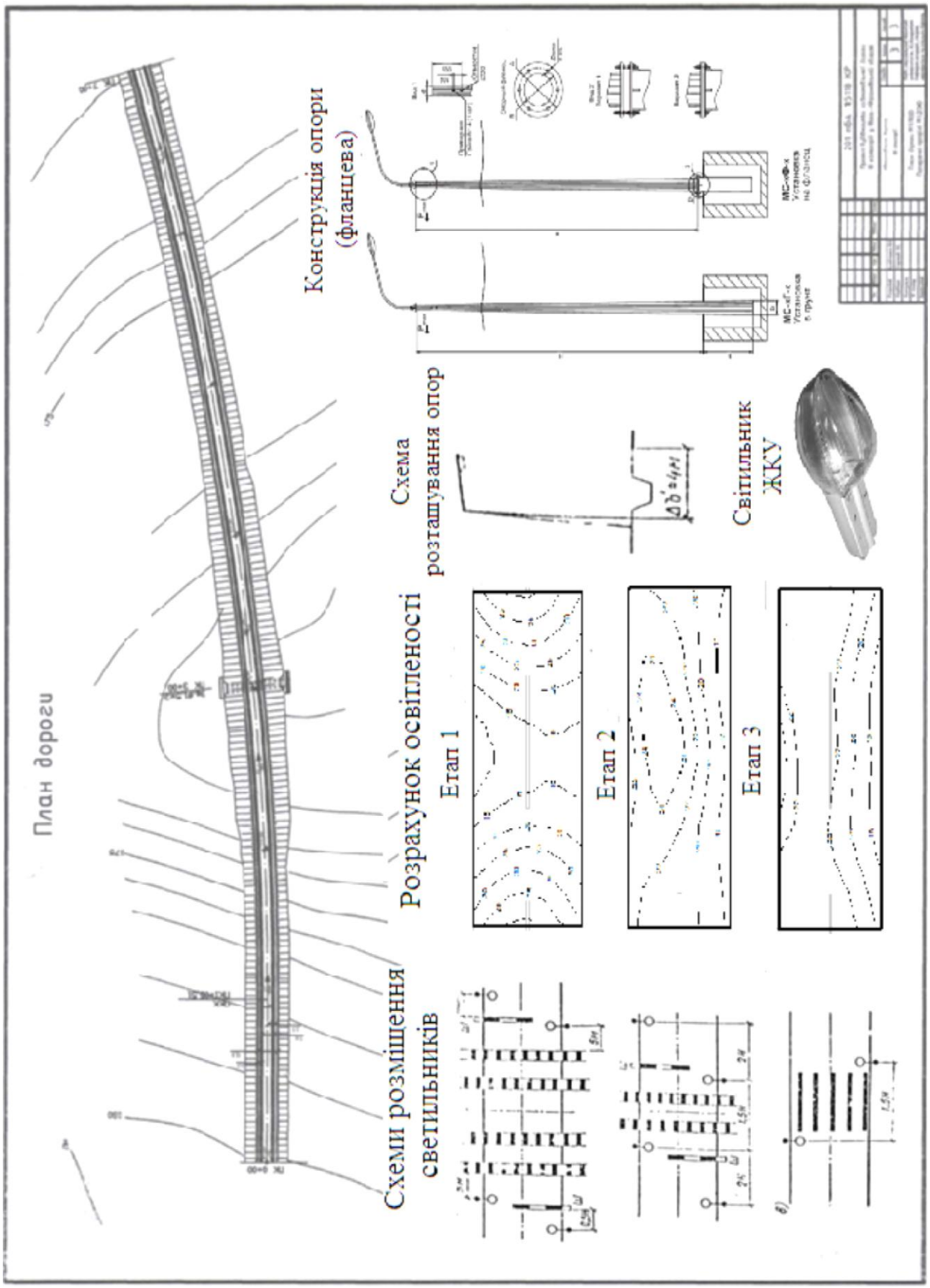
Загальна рівномірність покращилася.



Як видно з результатів розрахунку, використання лінз і розрахунок освітленості дозволяють підняти рівномірність освітлення. При цьому дещо підвищується вартість світильника, так як лінзи досить дороги, але це компенсується якістю освітлення.

При виборі дорожніх світильників радимо звертати на наявність лінз. Це питання детально розглянуто в розділі Вибір світлодіодних світильників.

У наведеному прикладі ми були жорстко обмежені опорами - висота 10 метрів, відстань 20 метрів. Якщо проектування освітлення почати зі світильників, то відстань між опорами можна збільшити, що значно знизить загальну вартість проекту за рахунок зменшення кількості опор. Це можна виконати на етапі розрахунку освітленості.

При цьому власне освітленість залишиться на заданому рівні.

Додаток В. Приклад креслення