

Усовершенствование методики размещения элементов благоустройства автомобильных дорог

Improvement of the methods of placing elements of highways beautification

к.т.н., доцент Литвиненко Татьяна Петровна

Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка

Ph.D., Associate Professor Tetyana Petrivna Lytvynenko

Poltava National Technical University n. a. Yuri Kondratyuk

аспирант Ткаченко Ирина Владимировна

Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка

Vitr.IV@i.ua

Post-graduate Student Iryna Volodymyrivna Tkachenko

Poltava National Technical University n. a. Yuri Kondratyuk

Vitr.IV@i.ua

Ключевые слова: благоустройство автомобильных дорог, пространственный коридор, восприятие, дорожная среда.

Современная автодорожная среда Украины характеризуется бессистемным размещением элементов благоустройства, следовательно, возникает необходимость усовершенствования методики их размещения с учетом современных условий и требований.

В работе систематизированы факторы, которые влияют на восприятие дорожной среды водителем и пассажирами. Предложена методика размещения элементов благоустройства за принципом пространственных коридоров с разделением их на 4 уровня важности. Разработана модель пространственного коридора автодороги для размещения элементов благоустройства, которая разделяется на четыре подкоридора, согласно уровню важности. Определены параметры пространственных подкоридоров автодороги: ширина, высота и длина с учетом оптимального восприятия автодорожной среды водителем и пассажирами.

Предложенная методика может быть использована проектировщиками и студентами при проектировании благоустройства автомобильных дорог.

Key words: beautification of automobile road, spatial corridor, perception, highway environment.

Modern road environment of Ukraine is characterized by random placement of beautification elements; therefore, there is need of improvement of the methods of their placement in view of modern conditions and requirements.

The work is contains the systematization of factors that impact on the perception of the road environment by driver and passenger. The authors offer method of placement of beautification elements by the principle of spatial corridor. They have developed the model of spatial corridor of automobile road for placement of beautification elements, which have divided on the four sub-corridors in accordance with the level of importance. In the article determines parameters of the spatial corridor of the automobile road, such as width, height and length according to the optimal perception the road environment by driver and passenger.

The proposed principle may be used by designers and students in the design of automobile road beautification.

Исследуя автодорожную среду Украины, можно отметить, что некоторые участки дорог характеризуются недостаточным обеспечением элементами благоустройства [1, 2, 3], а некоторые слишком насыщенные отдельными их видами, размещение которых архитектурно-неупорядоченное. Это приводит к информационной перегрузке и психологическому напряжению водителя, чем негативно влияет на безопасность движения [4, 5, 6]. Поэтому размещение элементов благоустройства и создания комфортных междугородных коммуникационных пространств есть одной из важных и актуальных проблем современного градостроительства.

На сегодняшний день существует много наработок относительно гармонического вписывания автомобильной дороги в окружающий ландшафт, что обеспечивает безопасность, удобство, комфортабельность при высокой скорости движения. Определены требования к размещению отдельных элементов благоустройства. Наибольший вклад в затронутый вопрос сделали такие ученые: Бабков В.

Ф. [7, 8], Сардаров А. С. [9], Орнатский Н. П. [10], Трескинский С. А. [11], Лобанов Е. М. [12, 13], Рябова О. В. [14], Еремин В. М. [15,16]. Но недостаточно внимания уделено вопросам комплексного, системного размещения элементов благоустройства автомобильных дорог, количество которых постоянно растет.

Задачей данной работы стало усовершенствование методики размещения элементов благоустройства автомобильных дорог.

Были выделены следующие факторы, которые влияют на зрительное восприятие дорожной среды водителем и пассажирами: скорость движения, время восприятия информации, горизонтальный угол зрения, вертикальный угол зрения, расстояние восприятия, уровень глаз, погодные условия, рельеф, время суток [17, 18, 19, 20] (рисунок 1).



Рисунок 1. Факторы, влияющие на восприятие дорожной среды водителем и пассажирами

Элементы благоустройства автомобильных дорог [1] разделены автором за уровнями важности [21]: **I-й** (искусственные сооружения: мосты, трубы, путепроводы, эстакады, тоннели, пешеходные переходы, противоселевые и противолавинные сооружения, галереи, развязки, технические средства организации дорожного движения: дорожная разметка), **II-й** (технические средства организации дорожного движения: дорожные знаки, информационные табло, информационные устройства, ограждения, направляющие устройства, освещение, искусственные сооружения: подпорные стенки, снегозащитные сооружения, улавливающие съезды; сооружения автотранспортной службы: остановочная полоса), **III-й** (объекты сервиса: площадки отдыха, АЗС, СТО, стоянки, пункты питания, пункты торговли, дома отдыха, терминалы; сооружения автотранспортной службы: посадочные площадки, остановочные павильоны; объекты монументальной архитектуры: нестандартные дорожные знаки, нестандартные въездные знаки, малые архитектурные формы, памятники, мемориальные сооружения).

Среду, в которой размещается дорога (ландшафт, озеленение), предлагается автором отнести к **IV-му** уровню важности. Каждую группу элементов предложено размещать в соответственном пространственном подкоридоре, который характеризуется следующими параметрами: В, Н, L – ширина, высота, длина пространственного коридора соответственно (рисунок 2).

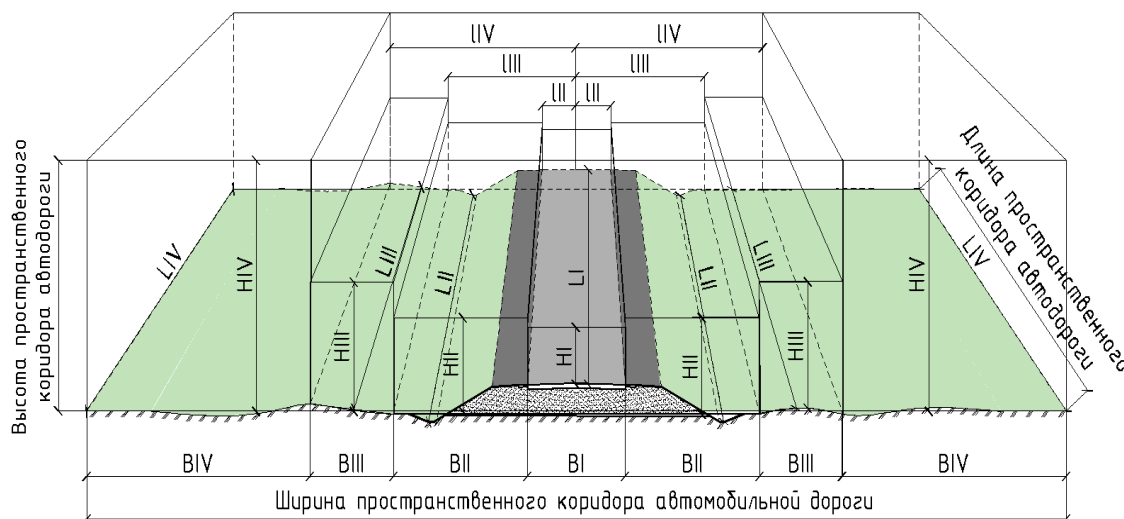


Рисунок 2. Модель пространственного коридора автомобильной дороги

Определение ширины пространственного коридора автодороги

Проектировать систему автомобиль-дорога-благоустройство нужно по законам гармоничного единства, когда создаются условия оптимального психологического состояния водителя и условия обеспечивающие безопасность движения. Возможно создать геометрически гармоничное единство указанной системы, если рассматривать ее элементы во *взаимобусловленности, взаимопроникновении, взаимосогласованности*. Гармония элементов дорожной среды состоит из факторов *соответствия и равновесия, ритма, контраста, масштабности, симметрии и асимметрии*, регулирующим звеном которых является **пропорциональность**.

Пропорционируя систему автомобиль-дорога-благоустройство, размеры подкоридоров размещения элементов благоустройства надо связывать с недвижимым элементом данной системы – дорогой (ширина проезжей части). Ширина проезжей части занимает значительную часть в восприятии дорожной среды и должна учитываться при определении размеров всей системы.

Степень внешнего воздействия на человека определяется энергией, затрачиваемой органами чувств для получения информации. Наилучшее восприятие совокупности отрезков, возможно в том случае, если их длины находятся в определенном отношении друг к другу. Такому отношению отвечают отрезки: 0,382; 0,618; 1; 1,618 («золотое сечение») [22]. Объяснение этому дает основной закон психофизического восприятия – закон Вебера-Фехнера, согласно которому разница в интенсивности ряда раздражителей кажется одинаковой, если эта интенсивность образует геометрическую прогрессию.

Минимальную ширину пространственного коридора автомобильной дороги и ширину пространственных подкоридоров различных уровней важности с точки зрения оптимального человеческого восприятия предлагается определять по формулам (1-5), выведенными авторами:

$$B_I = \epsilon \times 1; \quad (1)$$

$$B_{II} = \epsilon \times 0,382; \quad (2)$$

$$B_{III} = \epsilon \times 0,618; \quad (3)$$

$$B_{IV} = \epsilon \times 1,618; \quad (4)$$

$$B = B_I + B_{II} + B_{III} + B_{IV}, \quad (5)$$

где B_I ; B_{II} ; B_{III} ; B_{IV} – ширина первого, второго, третьего, четвертого пространственных подкоридоров соответственно; B – ширина пространственного коридора автодороги; 0,382; 0,618; 1; 1,618 – коэффициенты «золотого сечения»; ϵ – ширина земляного полотна автодороги соответствующей категории [23]. Результаты расчетов сводим в таблицу 1.

Таблица 1. Определение ширины пространственных подкоридоров различных уровней важности с точки зрения оптимального восприятия человеком

Категория дороги	$B_I, м$	$B_{II}, м$	$B_{III}, м$	$B_{IV}, м$	$B_{благ.}, м$	$B, м$
Ia	28,5	10,9	17,6	46,1	74,6	177,7
Iб	28,5	10,9	17,6	46,1	74,6	177,7
II	15	5,7	9,3	24,3	39,3	93,5
III	12	4,6	7,4	19,4	31,4	74,8
IV	10	3,8	6,2	16,2	26,2	62,4
V	8	3,1	4,9	12,9	20,9	49,9

Гармонизация системы автомобиль-дорога-благоустройство в соответствии с основным психофизическим законом Вебера-Фехнера создает дополнительные возможности для повышения безопасности движения, улучшения эстетики автомобильных дорог.

Определение высоты пространственного коридора

Расстояние наблюдения и соответствующие вертикальные углы зрения на элементы благоустройства связаны с возникновением у человека ощущения замкнутости, причем в зависимости от высоты сооружения существует градация от полной замкнутости до полного отсутствия замкнутости. Высоту пространственных подкоридоров автодороги определяем, используя вертикальные углы восприятия, установленные опытным путем. По данным Спрейреджина [24], ощущение замкнутости зависит от соотношения расстояния к высоте. Когда высота элемента равна расстоянию до него – субъект движения видит верх под углом 45° – среда воспринимается замкнутой. Когда высота элемента равна половине расстояния до него – образуется вертикальный угол в 30° – что является верхней гранью нормального поля зрения человека. Если высота элементов равна одной третьей расстояния от них – возникает угол в 18° – чувствуется преимущество объема над пространством. А на расстоянии, что в четыре раза превышает высоту элемента – воспринимается элемент под углом 14° – полностью теряется ощущение замкнутости. Назначим вертикальные углы восприятия для соответствующего пространственного подкоридора: $v_{\text{верт}}^I=14^{\circ}$; $v_{\text{верт}}^{II}=18^{\circ}$; $v_{\text{верт}}^{III}=30^{\circ}$; $v_{\text{верт}}^{\text{zarIV}}=45^{\circ}$ (рисунок 3).

Расстояние восприятия элементов благоустройства соответствующего уровня важности и высоту пространственных подкоридоров предлагается определять по формулам (6-10), выведенными автором:

$$l_I = \frac{B_I}{2n} + c; \quad (6)$$

$$l_{II} = l_I + \frac{B_{II}}{2}; \quad (7)$$

$$l_{III} = l_{II} + \frac{B_{III}}{2}; \quad (8)$$

$$l_{IV} = l_{III} + \frac{B_{IV}}{2}; \quad (9)$$

$$H_i = \text{tg}v \times l_i + h, \quad (10)$$

где l_n – расстояние от субъекта восприятия до середины i -го пространственного подкоридора; n – количество полос движения; $c=0,45$ – расстояние от оси автомобиля до оси глаз водителя; H_n – высота

i -го пространственного подкоридора; $h=0,95$ м – средний уровень глаз водителя. Вычисленные данные сводим в таблицу 2.

Таблица 2. Определение максимальной высоты пространственных подкоридоров различных уровней важности

Категория дороги	n	$v,^{\circ}$	$\text{tg}v$	$l_i, \text{ м}$	$H_i, \text{ м}$	$l_{II}, \text{ м}$	$H_{II}, \text{ м}$	$l_{III}, \text{ м}$	$H_{III}, \text{ м}$	$l_{IV}, \text{ м}$	$H_{IV}, \text{ м}$
Ia	4	14	0,2493	4,0	1,95	9,5	4,0	18,3	11,5	41,3	42,3
Iб	4	18	0,3249	4,0	1,95	9,5	4,0	18,3	11,5	41,3	42,3
II	2	30	0,5774	4,2	2	7,1	3,2	11,7	7,7	23,8	24,8
III	2	45	1	3,5	1,81	5,7	2,8	9,5	6,4	19,2	20,1
IV	2			3,0	1,69	4,9	2,5	8,0	5,5	16,0	17,0
V	1			4,5	2,06	6,0	2,9	8,5	5,8	14,9	15,9

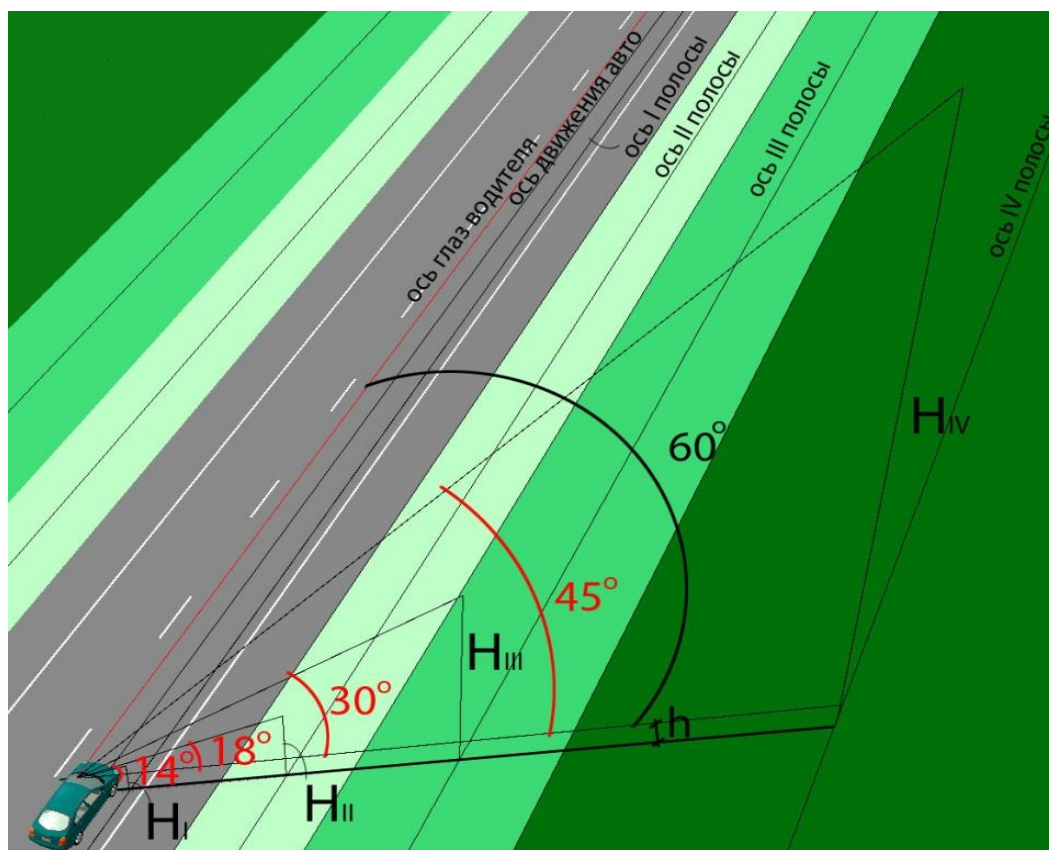


Рисунок 3. Определение высоты пространственных подкоридоров размещения элементов благоустройства автомобильных дорог

Определение длины пространственного коридора

При определении ритма элементов благоустройства вдоль дорог надо учитывать, что частые вертикальные элементы, которые имеют способность задерживать на себе взгляд водителя, создают мерцающий *стробоскопический* эффект. В композициях архитектурных форм нужно шире использовать горизонтальные элементы, которые лучше организуют форму на дороге. Психологи определили особенности реагирования сенсорной системы (системы органов чувств) на физические воздействия [5]:

- ниже некоторой грани физического воздействия воспринимающая система человека становится нечувствительной, эта граница называется *порогом чувствительности*;
- если величина физического возбуждения превышает некоторый предел, то воспринимающая система насыщается и уже больше не воспринимает изменения этого возбуждения, эта граница называется *порогом насыщения*;
- для того чтобы организм воспринимал последовательное увеличение возбуждения, необходимо, чтобы каждое следующее возбуждение превосходило предыдущее на некоторую определенную величину, что называется *дифференциальным порогом*. Следовательно, при любой смене физического возбуждения существует конечное число элементов восприятия.

Поэтому ритм размещения элементов благоустройства должен быть не слишком маленьким, и не слишком частым – в обоих случаях воспринимающая система становится нечувствительной. Восприятие в движении регламентируется скоростью движения, поэтому пропорции коридоров должны назначаться из условий ясной тектоники (конструкции); масштаб, ритм должны легко определяться и быть более контрастными, чем в условиях статического восприятия, восприятия пешехода.

По данным общей психологии, для возникновения стробоскопического эффекта отдельные раздражители должны быть удалены друг от друга определенными промежутками времени. Пауза между смежными раздражителями должна быть не менее 0,06 с. В том случае, когда пауза вдвое меньше, изображения сливаются; в том случае, когда пауза слишком велика (например 1 с),

изображения воспринимаются как отдельные, максимальная пауза, при которой образуется стробоскопический эффект равен 0,45 с [25, 26].

Наименьшее расстояние между элементами благоустройства при которой элементы благоустройства воспринимаются как отдельные предлагается определять по формуле (18), выведенной автором:

$$L_{\min} = \frac{V \times 1}{3,6} = \frac{V}{3,6}, \quad (18)$$

Наименьшее расстояние между элементами благоустройства при которой образуется стробоскопический эффект предлагается определять по формуле (19):

$$L_{\min}^c = \frac{V \times 0,45}{3,6} = V \times 0,125, \quad (19)$$

Наименьшее расстояние между элементами благоустройства при которой элементы благоустройства сливаются, предлагается определять по формуле (20):

$$L_{\min}^3 = \frac{V \times 0,03}{3,6} = V \times 0,008(3), \quad (20)$$

где V – расчетная скорость движения в км/ч (таблица 3) [4]. За минимальную длину пространственного коридора автомобильной дороги принимаем L_{\min} . Вычисленные данные сводим в таблицу 5.

Таблица 3. Расчетная скорость движения u км/ч

№ п. п.	Категория дороги	Расчетная скорость
1	I-a	150
2	I-б	140
3	II	120
4	III	100
5	IV	90
6	V	90

Таблица 5. Определение минимальной длины пространственного коридора автомобильной дороги

Категория дороги	V	L_{\min}^c	L_{\min}^3	L_{\min}
Ia	150	18,8	1,3	41,7
Iб	140	17,5	1,2	38,9
II	120	15,0	1,0	33,3
III	100	12,5	0,8	27,8
IV	90	11,3	0,8	25,0
V	90	11,3	0,8	25,0

Поворот в пространстве элементов благоустройства автодорог

В инженерной психологии известно, что рассмотрение горизонтального элемента требует минимальных усилий, а чувственная реакция в этом случае наиболее слабая, взгляд легко скользит по этим элементам. Такие элементы ассоциируются с горизонтом, поверхностью земли. Эти ассоциации предусматривают статическое состояние, спокойствие, пассивность. Перпендикулярный элемент к зрительному лучу воспринимается как нарушение нормы, требует больше внимания. Исходя из этого, те элементы, которые не должны отвлекать внимание водителя должны размещаться длинной стороной вдоль зрительного луча водителя или пассажира. Те элементы, которые должны привлечь на себя внимание должны располагаться перпендикулярно зрительному лучу водителя или пассажира.

За результатами исследования и предложенных расчетов построена модель пространственного коридора автомобильной дороги II-й категории (рисунок 4).

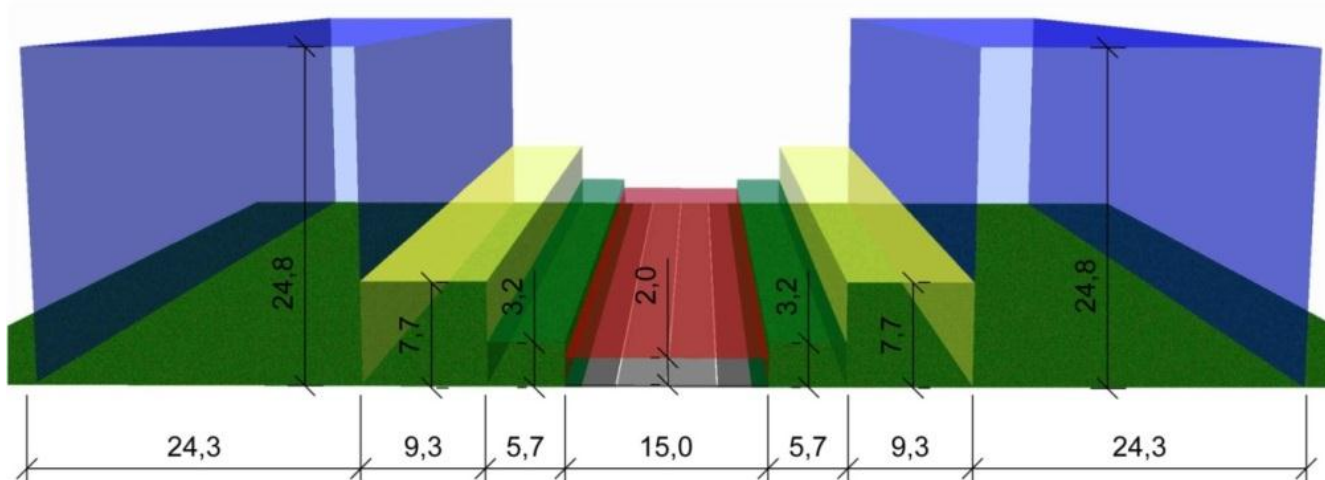


Рисунок 4. Модель пространственного коридора автомобильной дороги II-й категории

Выводы

Современная автодорожная среда Украины во многом характеризуется бессистемным размещением элементов благоустройства. Следовательно, возникает необходимость определения принципов их комплексного размещения. В данной работе предложено размещение элементов благоустройства за принципом пространственных коридоров и определены основные параметры подкоридоров автомобильной дороги. В дальнейшем планируется выполнить экспериментальное проектирование и окончательно сформулировать рекомендации относительно комплексного размещения элементов благоустройства автомобильных дорог.

Литература

1. Литвиненко Т. П., Кошлатий О. Б., Вітринська І. В. Архітектурно-ландшафтний та інженерний благоустрій автомобільних доріг. Полтава: ПолтНТУ, 2010. 184 с.
2. Вітринська І. В. Класифікація елементів ландшафту автомобільних доріг та їх моделювання // Вісник Харківського національного автомобільно-дорожного університету, 2009. № 47. С. 15-18.
3. Krammes R.A. Interactive highway safety design model: design consistency module. Public Roads. 1997. Т. 61. No 2. Pp. 47-51.
4. Нечитайло Н.А., Пирих А.Ю. Влияние средств пассивной безопасности на снижение тяжести дорожно-транспортных происшествий // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета, 2009. № 47. С. 45-48.
5. Пегин П.А. Защита водителя от эффекта солнечного ослепления элементами дорожной обстановки // Транспортное строительство, 2010. № 6. С. 34-36.

6. Schutt J. R., Phillips K. L., Landphair H. C. Guidelines for aesthetic design in highway corridors: tools and treatments for Texas highways. Texas: Texas Transportation institute, 2001. 70 p.
7. Бабков В. Ф. Дорожные условия и безопасность движения. М.: Транспорт, 1993. 270 с.
8. Бабков В.Ф. Ландшафтное проектирование автомобильных дорог. М.: Транспорт, 1980. 189 с.
9. Сардаров А. С. Архитектура автомобильных дорог. М.: Транспорт, 1993. 269 с.
10. Орнатский Н. П. Благоустройство автомобильных дорог. М.: Транспорт, 1986. 134 с.
11. Трескинский С.А., Кудрявцев Г.П. Эстетика автомобильных дорог. М.: Транспорт, 1978. 200 с.
12. Лобанов Е. М. Проектирование дорог и организация движения с учетом психофизиологии водителя. М.: Транспорт, 1980. 311 с.
13. Лобанов Е. М. Новые нормативные документы в проектировании автомобильных дорог // Наука и техника в дорожной отрасли, 2007. № 2. С. 7-11.
14. Рябова О. В., Манохин М. В. Критерии оценки зрительного восприятия водителем дорожной обстановки // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура, 2012. № 2. С. 96-107.
15. Еремин В. М., Богатков П. Б. Сравнительный анализ нормативных документов по размещению придорожной рекламы в отношении ее влияния на безопасность дорожного движения // Транспорт: Наука, техника, управление, 2004. № 11. С. 20-23.
16. Еремин В. М., Кольяпин М. В. Моделирование зрительного восприятия водителя средств наружной рекламы // Транспорт: наука, техника, управление, 2007. № 1. С. 52-55.
17. Mok J. H. Delineating traffic safety benefits of travelway corridor landscape characteristics and landscape improvements: Ph.D. Texas A&M University, 2004.
18. Minarik T.F. The visual perception of the highway landscape: a visual analysis of the Trans-Canada highway corridor: M.L.Arch. The University of Manitoba (Canada), 1997. 308 p.
19. Li H., Xu X., Fu X. Three dimensional highway real-time visual system design and application // Key Engineering Materials. Trans Tech Publications Ltd, 2011. Т. 467-469. Pp. 63-68.
20. AASHTO. A Policy on the Geometric Design of Highways and Streets. Washington D.C.: American Association of State Highway and Transportation Officials, 2004. 872 p.
21. Литвиненко Т. П., Ткаченко И.В. Формування просторових коридорів для розміщення елементів благоустрою автомобільних доріг // Проблеми розвитку міського середовища: Наук.-техн. збірник. К.: НАУ, 2012. Вип. 8. С.155–160.
22. Запольский Ю. И. Формирование системы зданий и сооружений в ландшафтных пространствах автомобильных дорог: дис. докт. тех. наук: 18.00.04. Воронеж, 1994. 285 с.
23. ДБН В.2.3-4:2007 Споруди транспорту. Автомобільні дороги. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво. Мінрегіонбуд України. Київ. 2007. 91 с.
24. Беляева Е. Л. Архитектурно-пространственная среда города как объект зрительного восприятия. М.: Стройиздат, 1977. 127 с.
25. Золотарев А.И. Эволюция теорий зрительного восприятия // Наука – промышленности и сервису: Поволжский государственный университет сервиса, 2010. Т. II. № 5. С. 451-457.
26. Маклаков А. Г. Общая психология: Учебник для вузов. СПб: Питер, 2008. 583 с.