

**Уральский государственный экономический университет  
Белорусский научно-исследовательский и проектный  
институт градостроительства  
Киевский национальный государственный университет  
архитектуры и градостроительства  
Челябинскметротранспроект  
Учебно-научно-внедренческое предприятие "Комвакс"**

**СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ  
ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ  
ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ ГОРОДОВ  
И ЗОН ИХ ВЛИЯНИЯ**

---

**SOCIAL AND ECONOMIC PROBLEMS OF TOWN  
TRANSPORT SYSTEMS AND AREAS OF THEIR  
INFLUENCE DEVELOPMENT**

**Екатеринбург  
2002**

перевозчики)», «Печатные органы. Издательства. Специализированные магазины и отделы», «Транспортные системы отдельных городов (описание по единой методической схеме)», «Указатель авторефератов кандидатских и докторских диссертаций по транспортным системам городов», «Персоналии», «In memorian».

Естественно, главным разделом «ЭС» должны стать аналитические статьи и обзоры, словник для которого должен быть разработан особо тщательно, а в дальнейшем видоизменяется и пополняется. Желательно при этом, чтобы отдельные статьи были написаны теми специалистами, которые признаются транспортным сообществом в качестве ведущих по той или иной проблеме или отдельному ее аспекту, и /или на конкурсной основе.

Но, прежде всего, нуждается в отработке раздел «Терминология».

Оргкомитет международных/ екатеринбургских конференций принимает предложения по составу и структуре «ЭС», заявки на написание любых материалов для словаря, замечания и предложения по первым опубликованным материалам (email: sav@usue.ru, vaks@r66.ru.).

## **Обоснование обходов городов (обзор)**

А.А.Белятынский, В.П.Старовойда

Потребность в устройстве обходных автомобильных дорог возникла в результате увеличения интенсивности движения на дорогах и, особенно, на подходах к городам. Решение этой задачи можно разделить условно на три периода:

Первый период – осознание возникновения новой проблемы и заложение научных и методологических принципов и положений проектирования /1930-1950 гг./.

Второй период – разработка методов обоснования и проектирования обходов населенных пунктов /1950-1980 гг./.

Третий период – совершенствование методов выбора обоснования трасс обходов и их габаритных размеров /1980 г. – настоящее время/.

Первая задача и рекомендации по ее решению были сформулированы А.К.Бирулей [1]:

- автомагистрали I и II категорий должны прокладываться между заданными пунктами по кратчайшему направлению по возможности в обход планировочной территории всех населенных мест, в т.ч. и крупных центров. К крупным центрам проектируются подъездные пути;

- дороги республиканского и областного значения, как правило, примыкают к крупным населенным и промышленным центрам или проходят через них и должны обходить все малые населенные пункты;

- дороги низших категорий, как правило, проходят через населенные пункты, поскольку они обслуживают местное движение.

Эти принципы, по сути, сохранились и в современной нормативной литературе.

Дальнейший рост интенсивности движения, особенно транзитного по отношению к населенным пунктам, вызвал необходимость решения второй и третьей задач, т.к. несовершенство научно-методологической базы проектирования обходных дорог приводило к неэффективному использованию капитальных вложений. Такие ошибки были допущены при трассировании кольцевой дороги вокруг г. Берлина, при определении параметров кольцевой дороги вокруг г. Москвы, к нарушению экологического равновесия при проектировании обхода г. Кирхберг /Швейцария/.

Вопрос о необходимости разработки методических приемов и технико-экономических показателей для определения целесообразности пропуска транзитных потоков по обходу или через город впервые был поставлен А.В.Сигаевым в 50-е годы [2]. В 60-е годы Д.А.Вулис [3] предлагает в качестве показателей нормативные коэффициенты экономической эффективности и срок окупаемости капитальных вложений. Предложена дифференциальная шкала этих показателей для дорог различных категорий.

В дальнейшем М.Ф.Смирнов [4] использовал в качестве критерия для обоснования устройства обходов больших транспортных узлов суммарные приведенные затраты. Аналогичное предложение для определения целесообразности устройства обходных дорог или реконструкции улицы в населенном пункте сделал В.С.Адасинский [5].

Последующий период обоснования обходных дорог характеризуется устойчивой тенденцией к более полному учету факторов, входящих в величину суммарных приведенных затрат. О.А.Дивочкин [6,7] предложил и разработал рекомендации по учету ДТП при обосновании обходов городов. Этот же фактор использует в своей модели для определения отдаленности обхода от застроенной части города Н.П.Тихомирова [8].

Усиление отрицательного воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду привело к необходимости учета потерь, наносимых природе. Первые рекомендации в этом направлении были сделаны А.А.Белятынским [9], О.А.Дивочкиным [6], В.Н.Кузнецовым [10] и др. В работе [9] критериальная функция для определения целесообразности устройства обхода населенного пункта при реконструкции автомобильной дороги имеет вид:

$$E = \frac{\Pi_2 - \Pi_1}{K_1 - K_2}, \quad (1)$$

где  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$  - транспортные затраты, суммированные с эксплуатационными затратами в случае выноса дороги из населенного пункта и при реконструкции дороги в нем;

$K_1$  и  $K_2$  - первоначальные капиталовложения по рассматриваемым вариантам.

Обход целесообразен, если  $E \geq E_n$  ( $E_n$  - нормативный коэффициент экономической эффективности); при  $E < E_n$  - дорога должна реконструироваться.

Авторы работы [11] предлагают такой критерий:

$$E = \frac{(C_{mc} + C_{nc} + C_{dc}) - (C_{mo} + C_{no} + C_{do})}{K_o} \quad (2)$$

где  $C_{mc}, C_{mo}$  - текущие автотранспортные затраты за сравниваемый период соответственно при проезде через населенный пункт и по обходной дороге;

$C_{nc}, C_{no}$  - текущие затраты, связанные с пребыванием пассажиров в пути при проезде через населенный пункт и по обходной дороге;

$C_{dc}, C_{do}$  - текущие затраты, связанные с ДТП по рассматриваемым вариантам;

$K_o$  - капиталовложения в строительство обходной дороги.

Устройство обхода эффективно, если  $E \geq E_n$ .

В работе М.Г.Лабезникова [12] для более точной оценки рентабельности обходных дорог наряду с экономической эффективностью предложено использовать показатель снижения себестоимости продукции ( $P_{cp}$ ), которое получается в результате строительства обхода населенного пункта

$$P_{cp} = \frac{100 \cdot \Delta}{C} \quad (3)$$

где  $\Delta$  - общая экономия от устройства обходной дороги;

$C$  - себестоимость производства всей продукции данного промышленного района.

Большой опыт в части определения целесообразности устройства обходов накоплен в Германии [13]. Необходимость строительства обхода нормируется интенсивностью движения на магистральной дороге в населенном пункте: при интенсивности движения от 4000 до 9000 авт/сут, сооружение обхода решается на основе технико-экономических соображений; при интенсивности более 9000 авт/сут - обход обязателен.

Целесообразность строительства обходов населенных пунктов определяется не только состоянием условий движения и окружающей среды в населенном пункте, но и тем, какое воздействие окажет обход на указанные факторы. Большое значение имеет удаленность обхода от населенного пункта. Чрезмерное удаление обхода от города обесценивает его значение в транспортной системе города, а слишком близкое — уменьшает его значение как скоростной объездной дороги из-за значительной загрузки местным движением.

Первые исследования по установлению оптимального удаления обходной дороги от населенного пункта появились в 50-е годы и были выполнены применительно к крупным и крупнейшим транспортным узлам. Р.А.Данциг [14] предложил определять рациональное удаление обхода от города исходя из условия

$$\left. \begin{aligned} T &= \sum_{i=1}^n T_i \rightarrow \min \\ S &= \sum_{i=1}^n S_i \rightarrow \min \\ A &= \sum_{i=1}^n A_i \rightarrow \min \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

где  $T$  - время, затрачиваемое автомобильным транспортом на все обслуживание им в районе города категории перевозок;

$S$  - транспортно-эксплуатационные затраты по всем категориям автомобильных перевозок, осуществляемых в районе города;

$A$  - объем транспортной работы, выполняемый автомобилями в районе города;

$n$  - количество категорий перевозок.

Дальнейшее развитие методики определения рационального удаления обхода от города было выполнено в 60-е годы В.П.Старовойдой [15], который предложил определять радиус обхода из условия

$$R = f(D, N, Q, F, r, \alpha) \quad (5)$$

где  $D$  - дорожные затраты, приведенные к исходному году, связанные со строительством и эксплуатацией вводных магистралей и кольцевых дорог;

$T$  - транспортная составляющая себестоимости перевозок грузов при движении автомобилей соответственно через город и по обходной /кольцевой/ дороге;

$Q$  - объем грузов, подлежащих перевозке за расчетный срок;

$F$  - коэффициент ускорения перевозок;

$r$  - радиус центральной части города;

$\alpha$  - угол между смежными радиальными вводами.

В последние годы, по сути, шло совершенствование методики и принципов Р.А.Данцига и В.П.Старовойды.

Так, И.М.Сливак и А.В.Черепухин [16] разработали зависимости для определения оптимальной зоны расположения обходной дороги. Зависимости позволяют учитывать экономическую эффективность различных видов перевозок и характер их распределения на обходной дороге.

Н.П.Тихомирова [17] предложила определять величину удаления обхода от города ( $\Delta R$ ) из условия

$$\Delta R = f(E) \quad (6)$$

где  $E$  - экономическая эффективность строительства обходной дороги.

Существенным отличием полученной зависимости является то, что в работе сделана попытка нормирования удаленности обходной дороги для различных типов городов и категории обходов.

А.В.Голубятников [18] основным критерием рационального удаления кольцевой дороги принимает время, затрачиваемое на достижение требуемого пункта города

$$T(R) \rightarrow \min \quad (7)$$

В целом при оригинальном методе решения поставленной задачи, эта работа с практической точки зрения является более узкой и не комплексной по сравнению с ранее выполненными исследованиями.

М.С.Фишельсон [19] предложил определять радиус обходной дороги из условия

$$T_o \leq T_2 \quad (8)$$

где  $T_o$  - время пребывания автомобиля в пути при движении по обходной дороге;

$T_2$  - то же, при движении через город.

Однако этот подход не позволяет учитывать экономическую и экологическую эффективность обходной дороги.

Целесообразность строительства обходных дорог зависит также от принятых в проекте параметров дороги, которые согласуются с выбранной категорией.

Для определения интенсивности движения на улично-дорожной сети Я.И.Середяк [20] предлагает такую модель

$$N = a_1 + a_2 H + a_3 B + a_4 \Gamma + a_5 \Pi + a_6 A, \quad (9)$$

где  $a_1 \dots a_6$  - коэффициенты;

$H$  - численность жителей;

$\Gamma$  - величина грузопотоков;

$\Pi$  - величина пассажиропотоков;

$A$  - количество автомобилей, зарегистрированных в городе.

Для определения интенсивности движения на подходах к большим автодорожным узлам Л.М.Середяк [21] предложила зависимость

$$N = b_1 + b_2 H + b_3 B + b_4 A, \quad (10)$$

где  $b_1 \dots b_6$  - коэффициенты. Остальные обозначения те же, что и в формуле (9).

Для прогнозирования интенсивности движения можно использовать средний объем грузов, приходящийся на одного человека [22]. Адаптированная авторами гравитационная модель для этих целей имеет вид

$$N = H (\Gamma + \Pi) L^{-\alpha}, \quad (11)$$

где  $H$  - численность населения;

$\Gamma, \Pi$  - соответственно грузовая и пассажирская составляющие транспортно-экономического потенциала региона;

$L$  - расстояние между корреспондирующими пунктами;

$\alpha$  - коэффициент ( $\alpha = f(L)$ ).

Учитывая, что существующая практика проектирования обходных дорог не учитывает специфические особенности движения на них /совместное движение транзитных и местных потоков/ А.Т.Лановым [23] разработана новая модель

$$\left. \begin{aligned} \sum_w \sum_z \Pi &= \max, \\ \Pi (L_{AB}) &= \max, \\ \bar{V}_{AB} &\geq V_3, \\ N_{AB} &\leq N_{(g_{opt})}, \\ E_{AB} &\leq E_3. \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

где  $\Pi$  - производительность участка обходной кольцевой дороги протяженностью  $L_{AB}$  с въездом А и объездом Б;

$\bar{V}_{AB}$  - средняя скорость движения потока на участке  $L_{AB}$ ;

$V_3$  - заданный уровень скорости движения потока (надежность работы);

$N_{AB}$  - интенсивность движения;

$N_{(g_{opt})}$  - интенсивность движения совместного транспортного потока, соответствующая оптимальной плотности исходя из условий беспрепятственной смены полосы движения;

$E_{AB}$  - дорожно-транспортные затраты;

$E_3$  - заданное значение дорожно-транспортных затрат;

$w, z$  - обозначение рассматриваемых участков обходной дороги.

Анализ исследований в области проектирования трасс обходных дорог показывает, что несмотря на достаточную полноту решения задач, существенным недостатком является отсутствие системного подхода их решения, что снижает надежность получаемых результатов. Системный подход позволяет выявить многообразие взаимосвязей изучаемого объекта и окружающей среды, раскрыть его целостность и выбрать эффективную стратегию решения поставленной задачи. Для исследования вопросов, связанных с проектированием обходов А.Н.Домбровский [24] предложил использовать систему «дорожные условия – транспортный поток – среда».

Интегральным показателем эффективности и качества функционирования системы являются ее выходные параметры, основной из которых – режим движения потока местных и транзитных автомобилей. Режим движения, в свою очередь, определяет значение социально-экономических и экологических выходных параметров /уровень аварийности, степень загрязнения окружающей среды и его вредного воздействия на человека, себестоимость перевозок и т.п./. Должны быть выполнены следующие условия, которые можно записать в виде системы

$$\left. \begin{aligned} \frac{3_{S_i} - 3_{S_{i+1}}}{K_{S_{i+1}}} < E_n \\ U_{S_i} \leq \bar{U} \\ \sum_{j=1}^m \frac{C_{JSI}}{ПДК_j} \leq 1 \\ L_{эквS_i} \leq ПДУ \\ N_{S_i} \leq A_{max} \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

где  $3_{S_i}, 3_{S_{i+1}}$  - соответственно суммарные приведенные затраты на поддержание системы в работоспособном состоянии при условии сохранения  $S_i$ -го состояния на перспективу и при условии реализации перехода в  $S_{i+1}$  состояние;

$K_{S_{i+1}}$  - капитальные вложения, необходимые для перехода системы из  $S_i$ -го состояния в  $S_{i+1}$ ;

$E_n$  - нормативный коэффициент экономической эффективности;

$U_{S_i}, \bar{U}$  - соответственно уровень аварийности в  $S_i$ -м состоянии и его предельно допустимое значение;



$C_{JSl}$ ,  $ПДК_J$  - соответственно концентрация  $J$ -го вредного вещества и ее предельно допустимое значение;

$m$  - количество вредных компонентов в отработавших газах автомобилей;

$L_{эквS}$ ,  $ПДУ$  - соответственно эквивалентный уровень шума в расчетной точке и его предельно допустимое значение;

$N_{S_1}$ ,  $A_{max}$  - соответственно интенсивность движения в  $S_1$ -м состоянии на магистральной дороге и ее пропускная способность.

В зависимости от конкретных условий система (13) может быть уточнена путем введения в нее дополнительных ограничений, имеющих социальный, экономический и технический характер.

Предложенная критериальная функция целесообразности строительства обходных автомобильных дорог позволяет решать поставленную задачу для любых типов населенных пунктов при различной значимости оцениваемых экономических, социальных и экологических факторов в случае лимитированных и нелимитированных капиталовложений.

### Литература

1. Бируля А.К. Проектирование автомобильных дорог, ч.2, 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Автотрансиздат, 1954. – 352 с.
2. Сигаев А.В. Проложение автомобильных дорог в зоне населенных пунктов. – Автомоб. дороги, 1956, № 7, с. 24-25.
3. Вулис Д.А. Обходные и кольцевые дороги. – Автомоб. дороги, 1965, № 2, с. 25-26.
4. Смирнов М.Ф. Технико-экономическое обоснование развития сети автомобильных дорог транспортных узлов. Материалы совещания по вопросам проектирования и строительства автомобильных дорог на подходах к городам. - К.: 1963.- С. 64-76.
5. Адасинский В.С. Технико-экономический подход к обоснованию необходимости строительства обходов населенных пунктов. – Труды МАДИ, 1979, вып. 179, с. 12-16.
6. Дивочкин О.А. Обоснование обходов городов / Автомоб. дороги, 1986, № 12. – С. 22-23.
7. Дивочкин О.А. Учет потерь от ДТП при обосновании обходов городов / Сб. науч. трудов МАДИ. – М.: 1984. – С. 4-8.
8. Тихомирова Н.П. Методология обоснования проложения обходных автомобильных дорог вблизи крупных городов. – Автореф. дис... канд.техн.наук. М.: МАДИ, 1977. – 17 с.
9. Белятынский А.А. Теоретические основы проектирования трассы при реконструкции автомобильных дорог. Дис...докт.техн.наук.-К.: КАДИ, 1987. – 440 с.

10. Кузнецов В.Н. Обеспечение безопасности движения на участках автомобильных дорог в пределах населенных пунктов сельского типа. – Дис... канд. техн. наук. М.: МАДИ 1987. – 225 с.

11. Справочник сельского дорожника / В.И.Заворицкий, В.П.Старовойда, В.А.Анфимов и др. – К.: Урожай, 1991. – 368 с.

12. Лабезников М.Г. Эффективность капиталовложений в строительство обходных дорог / Автомоб. дороги, 1975, №6. – С. 7 – 8.

13. Ackers W. Zusammenarbeit von Städteban, Verkehrsplanung und Ökologie / Strasse und Verkehr, 1988-74, № 2.- S. 55 – 64.

14. Данциг Р.А. Некоторые вопросы проектирования кольцевых автомобильных дорог в районе крупных городов / Тр. МАДИ, вып. 15, Дориздат, 1953. – С. 94 – 107.

15. Старовойда В.П. Исследование трасс и определение габаритных размеров автомобильных магистралей на подходах к городам. – Дис... канд. техн. наук, К.: КАДИ, 1968. – 290 с.

16. Сливак И.М., Черепухин А.В. К расчету радиуса обходных автомобильных дорог вокруг крупных городов / Автомоб. дороги и дор. стр-во, вып. 22. – К.: Будівельник, 1978. – С. 24 – 30.

17. Тихомирова Н.П. Методология обоснования проложения обходных автомобильных дорог вблизи крупных городов. – Автореф. дис... канд. техн. наук, М.: МАДИ, 1977. – 17 с.

18. Голубятников А.В. Фактор времени в транспортном обслуживании крупнейших городов радиально-кольцевой планировочной структуры. – Автореф. дис... канд. техн. наук. – М.: МИСИ, 1975. – 16 с.

19. Фишельсон М.С. Методы сопряжения автомобильных дорог с улично-дорожной сетью города/ Повышен. кач-ва и долговечн. автомобильных дорог на северо-западе РСФСР. – Межвуз. тем. сбор. трудов. –Л.: ЛИСИ, 1988. – С. 45-49.

20. Середяк Я.И. Исследование перспективной интенсивности движения транспортных средств на улично-дорожной сети большого города/ Автомоб. дороги и дор. стр-во, вып. 45. – К.: Будівельник, 1989. – С. 9 – 14.

21. Середяк Л.М. Прогнозирование интенсивности движения автомобильного транспорта на подходах к большим автодорожным узлам. – Автореф. дис... канд. техн. наук. – Харьков: ХАДИ, 1980. – 22 с.

22. Байбулатов Х.А., Рябиков Н.А. Прогнозирование интенсивности движения автотранспортных средств/ Автомоб. дороги, 1992, № 4. – С. 20-21.

23. Лановой А.Т. Усовершенствование условий движения на обходных кольцевых /полукольцевых/ автомобильных дорогах. – Дис... канд. техн. наук, К.: КАДИ, 1992. – 253 с.

24. Домбровский А.И. Разработка методики определения целесообразности строительства обходных автомобильных дорог. – Дис... канд. техн. наук, К.: КАДИ, - 1993. – 211 с.