Технико-экономическое обоснование параметров автомобильных дорог

gost.e-ecolog.ru

Министерство высшего и среднего специального образования
Р С Ф С Р

Сибирский ордена Трудового Красного Знамени
автомобильно-дорожный институт им. В. В. Куйбышева

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Сборник научных трудов

Омск-ОмПИ-1986

УДК 625.72

Технико-экономическое обоснование параметров автомобильных дорог: Сб.науч. трудов.- Омск: ОмПИ, 1986.- 94 с.

Приведены результаты работ по совершенствованию технико-экономических обоснований проектных и дорожно-эксплуатационных решений при обосновании параметров автомобильных дорог. Рассмотрены особенности режимов движения, скорости и безопасности движения на дорогах, а также обоснование параметров дорог на основе учета транспортных качеств дорожных одежд и ущерба в народном хозяйстве от бездорожья и ограничения пропускной способности.

Материалы сборника могут быть использованы научно-исследовательскими и учебными институтами, проектными и дорожно-эксплуатационными организациями.

Редакционная коллегия

В.А.Давыдов, канд.техн.наук, доц. (отв.редактор, СибАДИ);
В.Е.Каганович, канд.техн.наук, доц. (зам.отв.редактора, СибАДИ);
В.Н.Ефименко, канд.техн.наук, доц. (ТИСИ); Е.И.Шелопаев, канд. техн.наук, доц. (Красноярский политех.институт); П.И.Самбаров, канд.техн.наук, доц. (Иркутский политехн.институт).

Рецензенты:

К.К.Еловских, инж., начальник проектной конторы Омского Облавтодора.
В.И.Григорьев, инж., начальник проектно-сметной группы Омского Спецдортреста.
Е.В.Сипле, инженер проектно-сметной группы Омского Спецдортреста.

© Сибирский ордена Трудового Красного Знамени автомобильно-дорожный институт им. В.В.Куйбышева, 1986.

ПРЕДИСЛОВИЕ

В сборнике к содержанию статей ставились задачи совершенствования технико-экономических обоснований проектных и дорожно-эксплуатационных решений в процессе назначения параметров дорог.

В методологическом плане к авторам предъявлялись требования по завершенности разделов работ с разработкой рекомендаций по обеспечению экономичности решений, по повышению транспортных качеств и безопасности движения.

Статьи в сборнике расположены в порядке изложения отдельных проблем. Задачи совершенствования технико-экономических обоснований по определению эффективности строительства и реконструкции дорог изложены в статьях В.Е.Кагановича, В.К.Пашкина, А.Д.Гриценко, А.А.Гейдт.

Результаты исследования режимов движения, скорости и безопасности движения на дорогах приведены в статьях А.В.Грико, А.А.Маевского, Б.С.Муртазина, А.П.Маевского и др.

Задачи учета рельефа местности и геологических условий в процессе трассирования дорог отражены в статьях И.А.Осиновской, Ю.Б.Антонова и П.Н.Барац.

Задачам учета транспортных качеств дорожных одежд для обоснования их параметров посвящены статьи Н.Н.Сидоренко, О.А.Красикова.

В статьях Р.Н.Чернова, Н.Я.Цыценко приведены расчетные данные по оценке ущерба в сельском хозяйстве от бездорожья и на автомобильном транспорте у мостов с ограниченной пропускной способностью для обоснования параметров дорог.

Материалы сборника могут быть использованы научными и инженерно-техническими работниками проектных и дорожно-эксплуатационных организаций, а также студентами, обучающимися по специальности 1211 - автомобильные дороги.

УДК 625.7

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ НА ДОСТОВЕРНОСТЬ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОБОСНОВАНИЙ

В.Е.Каганович

Сибирский автомобильно-дорожный институт

В процессе оптимизации сроков повышения транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог (ТЭКАД) возникает необходимость анализа основной экономико-математической модели, в которой наряду с единовременными и текущими расходами учитываются нормативный коэффициент сравнительной эффективности $E_н$ и норматив для приведения разновременных затрат $E_{нп}$. Рассмотрим, какое влияние оказывают количественные значения указанных нормативных коэффициентов при оптимизации сроков стадийного повышения ТЭКАД.

На основании [1] обобщенная формула приведенных затрат получена в результате трансформации понятия об экономической эффективности, соответствующей среднему значению коэффициента экономической эффективности за весь срок службы дороги

$$E = \frac{\sum_{t}^{T_{сл}} \frac{\Delta Э(t)}{(1+E_{нп})^t}}{\Delta K \sum_{t}^{T_{сл}} \left(\frac{1}{1+E_{нп}}\right)^t} = \frac{\sum_{t}^{T_{сл}} \frac{Э_1(t)}{(1+E_{нп})^t} + \sum_{t}^{T_{сл}} \frac{Э_2(t)}{(1+E_{нп})^t}}{(K_2 - K_1)\cdot \sum_{t}^{T_{сл}} \frac{1}{(1+E_{нп})^t}}, \quad (1)$$

где $Э_1(t)$, $Э_2(t)$ – годовые эксплуатационные расходы на год t по вариантам; $\Delta K = K_2 - K_1$ – дополнительные капитальные вложения в более капиталоемкий вариант.

В результате некоторых преобразований получено, что

$$\sum_{t}^{T_{сл}} \frac{Э_1(t)}{(1+E_{нп})^t} + K_1 E_н \sum_{t}^{T_{сл}} \frac{1}{(1+E)^t} > \sum_{t}^{T_{сл}} \frac{Э_2(t)}{(1+E_{нп})^t} + K_2 E_н \sum_{t}^{T_{сл}} \frac{1}{(1+E_{нп})^t}$$

или при сопоставлении вариантов по минимуму суммарных приведенных затрат

$$C = \sum_{t}^{T_{сл}} \frac{Э_i(t)}{(1+E)^t} + K_i E_н \sum_{t}^{T_{сл}} \frac{1}{(1+E_{нп})^t} = min$$

При $T_{сл} \geq 30$ лет с некоторым приближением принимаем

$\sum_{1}^{T_{сл}} \frac{1}{(1+E_{нп})^t} \simeq \frac{1}{E_{нп}}$, тогда

$$C = \sum_{1}^{T_{сл}} \frac{Э_i(t)}{(1+E_{нп})^t} + K_i \frac{E_н}{E_{нп}} = min \ldots \qquad (2)$$

Если принять равенство $E_{нп} = E_н$ – условие, соответствующее типовой методике 1960 г., то

$$C = \sum_{1}^{T_{сл}} \frac{Э_i(t)}{(1+E_н)^t} + K_i = min$$

При $T_{сл} > 30$ лет $C = K_i + \frac{Э_i}{E_н} \ldots \qquad (3)$

по аналогии с методикой 1969 г. или ВСН 21-75 Минавтодора РСФСР [2] для условий, когда капитальные вложения одноэтапные, а ежегодные текущие расходы являются постоянными (не меняются во времени).

Рассмотрим формулу (2) на основе анализа непрерывной функции, для чего воспользуемся интегральным суммированием затрат, выполненным А.Е.Гибшманом [3]. В этом случае им допускается, что транспортные расходы за расчетный период изменяются непрерывно, а эффект от отдаления единовременных капитальных вложений при строительстве стадиями накапливается также в течение года непрерывно. Тогда возможный эффект в зависимости от значения нормативного коэффициента эффективности выразится непрерывной функцией от времени

$$lim \left[1 + \frac{E_н}{m}\right]^{\frac{m E_н t}{E_н}} = lim \left[1 + \frac{E_н}{m}\right]^{\frac{m}{E_н} E_н t} = e^{E_н t}, \ldots (4)$$

где $\frac{1}{m}$ – условный интервал времени, по которому учитывают функцию. На основании проведенного анализа им принято, что $(1+E_{нп})^t \simeq e^{E_{нп} t}$, а коэффициент приведения $\frac{1}{(1+E_{нп})^t} = \frac{1}{e^{E_{нп} t}}$

В этом случае интегральное суммирование отражает непрерывный процесс изменения суммарных затрат по времени t_i и позволяет методами математического анализа исследовать характер функции $C(t_i)$. На основании формулы (2) можно по аналогии записать, что

$$C = K_i \cdot e^{-E_{нп} t_i} + \frac{1}{E_н} \cdot \frac{\int_0^{T_р} Э(t) e^{-E_{нп} t} dt}{\int_0^{T_р} e^{-E_{нп} t} dt}, \ldots \qquad (5)$$

где $\frac{\int_0^{T_p} \Theta(t) e^{-E_{нп} t} dt}{\int_0^{T_p} e^{-E_{нп} t}}$ – среднее годовое значение; а t_1 – искомый срок осуществления стадийного мероприятия транспортно-эксплуатационных расходов за расчетный период $T_{сл}$.

Значение $\int_0^{T_{сл}} e^{-E_{нп} t} dt = \frac{1}{E_{нп}} \left| e^{-E_{нп} t} \right|_0^{t_p} = \frac{1}{E_{нп}} \left(1 - \frac{1}{e^{E_{нп} t}} \right)$

при $T_p = \infty$ $\int_0^{T_p} e^{-E_{нп} t} dt = \frac{1}{E_{нп}}$;

при $T_p = t_p$ $\int_0^{t_p} e^{-E_{нп} t} dt = \frac{1}{E_{нп}} \left(1 - \frac{1}{e^{E_{нп} t_p}} \right)$.

Обозначим через $\alpha = \frac{E_{нп}}{E_н \left(1 - \frac{1}{e^{E_{нп} t_p}} \right)}$;

при $E_{нп} = 0{,}08$, $E_н = 0{,}12$ и $T_p = 30$ лет $\alpha = 0{,}74$;

при $t_p = 20$ лет $\alpha = 0{,}83$;

при $t_p = 40$ лет $\alpha = 0{,}69$;

при $t_p = \infty$ $\alpha = \frac{E_{нп}}{E_н} = 0{,}67$.

Учитывая, что суммирование производится за 20–30 лет, при сопоставлении суммарных приведенных затрат вместо формулы (5) следует использовать зависимость

$$C = K_1 \cdot e^{-E_{нп} t_1} + \alpha \int_0^{t_p} \Theta(t) e^{-E_{нп} t} dt \rightarrow min \qquad (6)$$

В равной степени по аналогии можно записать вместо формулы (2)

$$C = \frac{K_1}{(1 + E_{нп})^{t_1}} + \frac{\alpha \sum_1^{t_p} \Theta(t)}{(1 + E_{нп})^t} = min \qquad (7)$$

Суммирование приведенных затрат по формулам (6) или (7) может быть использовано в зависимости от искомого параметра. При обосновании вариантов усиления дорожных одежд значение α = = 0,83 (при $t_p = 20$ лет для более капиталоемкого варианта). При сопоставлении вариантов трассы дороги рекомендуется принимать $t_p = \infty$ и $\alpha = \frac{E_{нп}}{E_н}$. В этом случае суммирование приведенных затрат следует производить по формуле (2).

Если использовать показатель текущих затрат расчетного года, то согласно результатам анализа Е.Н.Гарманова [I] определение приведенных затрат упрощается, т.е.

$$C = \sum_1^{T_{сл}} \frac{\Theta(t)}{(1 + E_{нп})^t} + K_1 \frac{E_н}{E_{нп}} = \frac{Э_р}{E_{нп}} + K \frac{E_н}{E_{нп}} = \frac{1}{E_{нп}} \left(Э_р - K Э_п \right), \ldots \qquad (8)$$

что позволяет принимать для сравнения вариантов

$$C = K E_н + Э_р \rightarrow min \ldots , \qquad (9)$$

где $Э_р$ – годовые транспортно-эксплуатационные расходы на расчетный год, определяемый в зависимости от показателя ежегодного прироста интенсивности движения. При линейной зависимости изменение интенсивности движения расчетным годом является

$$t_р = \frac{1}{E_{нп}} = \frac{I}{0,08} = 12\text{-й год.}$$

При нелинейной зависимости изменения интенсивности движения расчетный год согласно [2] принимается в зависимости от коэффициента ее ежегодного прироста и колеблется в пределах $t_р$ =4–15-й год при ежегодном приросте интенсивности движения в пределах q = 1,01–1,12.

Литература

1. Г а р м а н о в Е.Н. Экономическая эффективность дорожного хозяйства.– М.: Транспорт, 1984.– 173 с.
2. Указания по определению экономической эффективности капитальных вложений в строительство и реконструкцию автомобильных дорог. ВСН 21-75/Минавтодор РСФСР.– М.: Транспорт, 1976.– 64 с.
3. Г и б ш м а н А.Е. Определение экономической эффективности капитальных вложений на железнодорожном транспорте.– М.: Трансжелдориздат, 1963.– 186 с.
4. Б р о н ш т е й н Л.А., Г а р м а н о в Е.Н. Экономическая эффективность капитальных вложений в строительство и реконструкцию автомобильных дорог//Методы и практика определения эффективности капитальных вложений новой техники: Сб.науч.информации,вып.10.– М.: Наука, 1966.– 152 с.

УДК 625.7

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОВЫШЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ СЕТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАЙОНАХ

В.К.Пашкин, В.А.Созонов

Алма-Атинский институт инженеров железнодорожного транспорта

Автомобильные дороги занимают важное место в единой транспортной сети страны. Перевозки автомобильным транспортом ежегодно возрастают. Ни одна отрасль народного хозяйства не может

нормально функционировать без участия транспорта. Маневренность, сравнительно высокая скорость сообщения, сокращение объемов погрузо-разгрузочных работ являются основными преимуществами автомобильного транспорта по сравнению с другими видами транспорта.

Удельный вес автомобильного транспорта в общем грузообороте составляет 6,5% (1983 г.), пассажирообороте – 43,6%, а объем перевозок грузов и пассажиров соответственно 86,6 и 91,2% [1], т.е. по объему перевозок автомобильный транспорт занимает ведущее место среди всех видов транспорта.

Сеть автомобильных дорог, обслуживающая сельскохозяйственное производство, играет важную роль в экономичности перевозок, развитии сельского хозяйства и местной промышленности. Поэтому для дальнейшего развития сельского хозяйства и реализации Продовольственной программы предусматривается расширение дорожного строительства и повышение технического уровня существующей сети автомобильных дорог, обеспечивающей непрерывный и эффективный процесс перевозок сельскохозяйственной продукции.

С учетом специфики сельскохозяйственных грузов, заключающейся в изменчивости их механических свойств во времени, сезонности сельскохозяйственного производства, необходимости в неоднократной перевозке одних и тех же грузов и др. [2], нужно самое пристальное внимание уделять своевременности выполнения автомобильных перевозок сокращению времени транспортирования, резко снижающей потери при погрузо-разгрузочных работах, хранении и транспортировке.

Как правило, на значительной части местных дорог (80% от общего протяжения), обслуживающих сельское хозяйство, среднегодовая интенсивность движения не превышает 500-600 авт./сутки [3], что позволяет применять на этих дорогах стадийный метод повышения транспортно-эксплуатационных показателей, который позволяет в этих условиях наиболее эффективно использовать денежные средства, выделяемые на дорожное строительство.

Несмотря на то, что на местной сети дорог в сельскохозяйственных районах осуществляется основной объем перевозок, техническое состояние ее не отвечает требованиям сельскохозяйственного производства, свыше 45% их протяженности составляют грунтовые дороги, что приводит к неоправданным транспортным расхо-

дам, потерям сельскохозяйственной продукции, неполному удовлетворению социальных и культурно-бытовых потребностей населения. Автомобильный транспорт работает в тяжелых дорожных условиях: скорость передвижения, производительность труда и другие технико-экономические показатели резко снижаются. Для обоснования целесообразности расширения дорожного строительства в сельскохозяйственных районах следует учитывать не только экономию на транспортных расходах, но и экономический эффект, достигаемый в других отраслях народного хозяйства, так называемый нетранспортный эффект, получаемый за счет ликвидации потерь, в первую очередь, в сельскохозяйственном производстве, которые по своей величине превышает экономию на транспортных издержках за счет снижения себестоимости перевозок грузов.

Экономический эффект, получаемый вследствие улучшения дорожных условий, многообразен и носит комплексный характер: он проявляется в транспортной сфере, в непосредственно обслуживаемой отрасли и в улучшении социальных и культурно-бытовых условий населения [4] . Его величина и структура определяются региональными и природно-хозяйственными особенностями районов, обслуживаемых автомобильными дорогами. В условиях ограниченных капитальных вложений и при необходимости расширения сети облегченных дорог могут быть рассмотрены два варианта решения задачи: создание менее капитальной дорожной сети, удешевляющей стоимость I км строительства, но увеличивающей расходы на ее эксплуатацию, и строительство дорог с более капитальной дорожной одеждой, требующее больших единовременных затрат, но резко снижающее транспортно-эксплуатационные расходы на перевозки грузов и содержание дороги.

Первый вариант при тех же капиталовложениях обеспечивает строительство дорог большего протяжения и потери от увеличения эксплуатационных расходов могут быть компенсированы экономией, достигаемой на построенных дорогах за счет увеличения их протяженности.

Как правило, первый вариант является наиболее приемлемым для местной сети дорог [5] , при этом следует учитывать экономический эффект в нетранспортной сфере, достигаемой 60-120% от экономии на себестоимости перевозок.

Рассмотрим эффективность повышения технического уровня сети дорог на примере Краснокутского района Павлодарской области.

Существующая сеть автомобильных дорог включает 22 км грунтовых естественных дорог (5,8%), 233,9 км - земляного полотна без покрытия (61,4%) и 134,9 км (32,8%) - с твердым покрытием, в том числе с усовершенствованным типом покрытия 35,5 км и с переходным - 89,4 км. По дорогам местного значения осуществляется связь центральных усадьб с райцентрами, хлебоприемными пунктами, маслозаводами и между собой. Производство сельскохозяйственной продукции в рассматриваемом районе возрастет в 2-3 раза за счет дальнейшей интенсификации развития отраслей агропромышленного комплекса, перспективные размеры интенсивности движения составят в среднем 200-300 авт./сутки, достигая на отдельных направлениях 640-870 авт./сутки. При расчете перспективной интенсивности движения учтено увеличение удельного веса автомобилей грузоподъемностью до I т, легковых автомобилей, автобусов, тяжелых грузовых автомобилей и автопоездов. При этом были приняты следующие основные показатели транспортных средств и изменения их во времени (таблица), а количество других групп автомобилей в составе движения принято в процентном отношении от количества грузовых автомобилей:

	1990 г.	2000 г.
автомобили грузоподъемностью до I т	I3%	I5%
легковые автомобили	I5%	20%
автобусы	7%	I0%
спецмашины	5%	5%

Показатели использования транспортных средств

Показатель	Год	
	I990	2000
Коэффициент использования парка	0,52	0,55
Коэффициент использования грузоподъемности	0,75	0,80
Грузоподъемность автомобилей, т:		
легких	2,5	2,5
средних	4,5	5,0
тяжелых	7,5	8,0
Распределение грузовых автомобилей в составе движения,%:		
легких	25	18
средних	60	65
тяжелых	I5	I7

По приведенной интенсивности движения определены требуемые модули упругости и выполнены расчеты конструкций дорожных одежд, предусматривающие стадийное повышение их прочности, с максимальным использованием местных легких суглинистых и песчаных грунтов, укрепленных золами уноса и жидким битумом (I вариант), с использованием привозных каменных материалов (II вариант). При определении эффективности строительства местных дорог принят более дорогой вариант с использованием привозных каменных материалов, чтобы показать важность учета при обоснованиях целесообразности строительства сельских дорог экономического эффекта, достигаемого в результате устранения потерь в сельскохозяйственном производстве.

Строительство сельских дорог предусмотрено в две стадии – на первой стадии устройство переходного типа покрытия, на второй – строительство усовершенствованных типов покрытия. Годовая экономия на транспортных расходах за счет снижения себестоимости перевозок может быть определена по формуле

$$\Delta \Theta_t = 365 N_o \left(\frac{\sum_{j=1}^{k} c_{oj} \ell_{oj}}{\sum_{j=1}^{k} \ell_{oj}} - \frac{\sum_{j=1}^{k} c_{nj} \ell_{nj}}{\sum_{j=1}^{k} \ell_{nj}} \right) L \sum_{i=1}^{n} \alpha_i \beta_i \gamma_i q_i \quad , \qquad (I)$$

где N_o – интенсивность движения в исходном году, авт./сутки; β – коэффициент использования парка i-й группы автомобилей; γ_i – коэффициент использования грузоподъемности i-й группы автомобилей; q_i – грузоподъемность i-й группы грузовых автомобилей; c_{oj}, c_{nj} – себестоимость перевозок грузов соответственно в существующих и проектируемых условиях для j участка дороги; α_i – удельный вес содержания i-й группы автомобилей в составе движения.

Среднегодовая себестоимость перевозок на различных типах покрытия принята следующей:

на естественных дорогах	0,091 руб./ткм
на земляном полотне без покрытия	0,089 руб./ткм
на гравийных дорогах	0,062 руб./ткм
на усовершенствованных типах покрытия	0,043 руб./ткм

Суммарная приведенная экономия за расчетный период определена по формуле

$$\sum_{t=1}^{T} \Delta \Theta_t = 365 N_o \left(\frac{\sum_{j=1}^{k} c_{oj} \ell_{oj}}{\sum_{j=1}^{k} \ell_{oj}} - \frac{\sum_{j=1}^{k} c_{nj} \ell_{nj}}{\sum_{j=1}^{k} \ell_{nj}} \right) L \sum_{i=1}^{n} \alpha_i \beta_i \gamma_i q_i \sum_{t=1}^{t_i} \frac{K_N^t K_L^t K_\beta^t K_\gamma^t}{(1+E_{нп})^t} + \qquad (2)$$

$$+ 365 N_o \left(\frac{\sum_{j=1}^{k} c_{oj} \ell_{oj}}{\sum_{j=1}^{k} \ell_{oj}} - \frac{\sum_{j=1}^{k} c'_{nj} \ell_{nj}}{\sum_{j=1}^{k} \ell_{nj}} \right) L' \sum_{i=1}^{n} \alpha_i \beta_i \gamma_i q_i \left[\sum_{t=1}^{T} \frac{K_N^t K_L^t K_\beta^t K_\gamma^t}{(1+E_{нп})^t} - \sum_{t=1}^{t_i} \frac{K_N^t K_L^t K_\beta^t K_\gamma^t}{(1+E_{нп})^t} \right],$$

где K_N – коэффициент ежегодного прироста интенсивности движения; K_L – коэффициент ежегодного прироста дорог с твердым покрытием; K_β, K_γ – коэффициенты, характеризующие изменение во времени соответственно коэффициентов использования парка и грузоподъемности; $E_{нп}$ – норматив для приведения разновременных затрат, равный $E_{нп} = 0{,}08$.

В результате расчетов приведенная экономия на транспортных расходах за срок службы дорожных одежд составила 15,9 млн.руб. Среднегодовая экономия на транспортных расходах, вычисленная по формуле

$$\Delta Э_{ср.г} = \frac{\sum_{t=1}^{T} \Delta Э_t}{\sum_{t=1}^{T} \frac{1}{(1+E_{нп})^t}}, \qquad (3)$$

составила 1,61 млн.руб.

Для реализации дорожной программы по повышению технического уровня сети автомобильных дорог в Краснокутском районе потребуется 29,7 млн.руб. капитальных вложений. С учетом рассредоточения их во времени приведенная сумма капитальных вложений, определенная по формуле

$$K_{пр} = \sum_{t=1}^{T} \frac{K_i(t)}{(1+E_{нп})^t}, \qquad (4)$$

составит 20,1 млн.руб.

Коэффициент экономической эффективности, вычисленный по формуле

$$E = \frac{\sum_{t=1}^{T} \frac{\Delta Э_t}{(1+E_{нп})^t}}{\sum_{t=1}^{T} \frac{1}{(1+E_{нп})^t} \cdot \sum_{t=1}^{T} \frac{K_i(t)}{(1+E_{нп})^t}}, \qquad (5)$$

составит 0,08 и соответствует сроку окупаемости 12,5 лет, что больше нормативного срока окупаемости $T_н = 8$ лет, т.е. строительство местной сети дорог в Краснокутском районе без учета косвенного эффекта в нетранспортных отраслях оказалось экономически нецелесообразным.

Рассчитаем приведенный экономический эффект от ликвидации потерь в сельскохозяйственном производстве по следующим формулам [4]:

– от ликвидации вынужденной перевозки грузов тракторами, простоя, буксировки, перепробега транспорта, перевозки грузов транспортом по бездорожью

$$\sum_{t=1}^{T}\Delta\Theta_{TK}=2.2\cdot10^{-4}pS\sum_{t=1}^{t_1}\frac{K_p^t K_S^t-1}{(1+E_{HП})^t}+2.2\cdot10^{-4}p'S\left[\sum_{t=1}^{T}\frac{K_p^t K_S^t-1}{(1+E_{HП})^t}-\sum_{t=1}^{t'_1}\frac{K_p^t K_S^t-1}{(1+E_{HП})^t}\right],\quad(6)$$

– от ликвидации потерь продукции растениеводства от бездорожья

$$\sum_{t=1}^{T}\Delta\Theta_p=1.1\cdot10^{-9}pS_p\sum_{t=1}^{t_1}\frac{K_p^t K_{Sp}^t-1}{(1+E_{HП})^t}+1.1\cdot10^{-4}p'S_p\left[\sum_{t=1}^{T}\frac{K_p^t K_{Sp}^t-1}{(1+E_{HП})^t}-\sum_{t=1}^{t'_1}\frac{K_p^t K_{Sp}^t-1}{(1+E_{HП})^t}\right],\quad(7)$$

– от ликвидации потерь продукции животноводства и снижения ее качества при транспортировке

$$\sum_{t=1}^{T}\Delta\Theta_{Ж}=0.9\cdot10^{-4}pS_{Ж}\sum_{t=1}^{t_1}\frac{K_p^t K_{SЖ}^t-1}{(1+E_{HП})^t}+0.9\cdot10^{-4}p'S_{Ж}\left[\sum_{t=1}^{T}\frac{K_p^t K_{SЖ}^t-1}{(1+E_{HП})^t}-\sum_{t=1}^{t_1}\frac{K_p^t K_{SЖ}^t-1}{(1+E_{HП})^t}\right],\quad(8)$$

где p, p' – удельный вес дорог с твердым покрытием, p =32,8%; p' = 100%; S – затраты на производство продукции растениеводства и животноводства в исходном году, S = 34,3 млн.руб; S_p – затраты на производство продукции растениеводства в исходном году, S_p = 15,7 млн.руб.; $S_Ж$ – затраты на производство продукции животноводства в исходном году, $S_Ж$ = 18,6 млн.руб.; K_p – коэффициент, учитывающий ежегодный прирост дорог с твердым покрытием, K_p = 1,15; K_S – коэффициент, учитывающий ежегодний прирост сельскохозяйственного производства, K_S =1,07; K_{Sp} – коэффициент ежегодного прироста затрат на производство продукции растениеводства, K_{Sp} = 1,10; $K_{SЖ}$ – коэффициент ежегодного прироста затрат на производство продукции животноводства , $K_{SЖ}$ = 1,05.

В результате расчетов получены следующие величины приведенной экономии по составляющим: $\sum_{t=1}^{T}\Delta\Theta_{TK}$ = 9,8 млн.руб., $\sum_{t=1}^{T}\Delta\Theta_p$ =2,7 млн.руб, $\sum_{t=1}^{T}\Delta\Theta_{Ж}$ = 1,1 млн.руб. Общая сумма косвенного эффекта равна 13,6 млн. руб., что составляет 86% от экономии за счет снижения себестоимости грузовых перевозок.

Кроме того, в результате строительства благоустроенных дорог и повышения технического уровня существующей сети автомобильных дорог снижаются транспортные расходы при перевозке грузов тракторами за счет снижения себестоимости перевозок по дорогам с твердым покрытием, величина которых может быть определена по формуле

$$\sum_{t=1}^{T} \Delta Э_T = \sum_{j=1}^{K} \left[Q_j \ell_j \left(\frac{\sum_{j=1}^{K} c_{cj} \ell_{cj}}{\sum_{j=1}^{K} \ell_{cj}} - \frac{\sum_{j=1}^{K} c_{nj} \ell_{nj}}{\sum_{j=1}^{K} \ell_{nj}} \right) \sum_{t=1}^{t'} \frac{K_T^t}{(1+E_{нп})^t} \right] + \tag{9}$$

$$+ \sum_{j=1}^{K} \left[Q_j' \cdot \ell_j' \left(\frac{\sum_{j=1}^{K} c_{cj} \ell_{cj}}{\sum_{j=1}^{K} \ell_{cj}} - \frac{\sum_{j=1}^{K} c'_{nj} \ell'_{nj}}{\sum_{j=1}^{K} \ell'_{nj}} \right) \left(\sum_{t=1}^{T} \frac{K_T^t}{(1+E_{нп})^t} - \sum_{t=1}^{t'} \frac{K_T^t}{(1+E_{нп})^t} \right) \right],$$

где Q_j – объём грузовых перевозок, осуществляемый тракторами по j дороге; ℓ_j – протяженность j дороги; c_{cj}, c_{nj} – себестоимости перевозок тракторами в существующих и проектируемых условиях; K_T – коэффициент ежегодного роста грузооборота тракторов.

В результате расчетов сумма экономии от снижения транспортных расходов при перевозке грузов тракторами после строительства дорог составила $\sum_{t=1}^{T} \Delta Э_T = 1{,}7$ млн.руб.

Среднегодовая приведенная сумма экономии с учетом ликвидации потерь, вычисленная по формуле

$$\Delta Э_{ср\,г} = \frac{\sum_{t=1}^{T} \Delta Э_t + \sum_{t=1}^{T} \Delta Э_{тк} + \sum_{t=1}^{T} \Delta Э_р + \sum_{t=1}^{T} \Delta Э_ж + \sum_{t=1}^{T} \Delta Э_1}{\sum_{t=1}^{T} \frac{1}{(1+E_{нп})^t}},$$

составляет 3,16 млн.руб. в год. Коэффициент экономической эффективности $E = 0{,}157$, что соответствует сроку окупаемости $T_{ок} = 6{,}4$ года.

Таким образом, строительство дорог с твердым покрытием, в том числе с усовершенствованными облегченными типами покрытия в сельскохозяйственных районах с учетом косвенного экономического эффекта в нетранспортных отраслях народного хозяйства является экономически целесообразным.

Полученные результаты и методические разработки по оценке экономического эффекта в сельскохозяйственном производстве от ликвидации потерь вследствие строительства усовершенствованных дорог и повышения технического уровня существующей сети используются проектными организациями при технико-экономическом обосновании развития местных дорог.

Литература

1. Народное хозяйство СССР в 1983 г.: Статистический ежегодник ЦСУ СССР.– М.: Финансы и статистика, 1984.
2. Язев В.Я., Кузнецов Г.И. Автомобильные перевозки грузов для сельского хозяйства.–М.: Знание, 1980.

3. Каганович В.Е., Пашкин В.К. Исследование влияния средней технической скорости и суммарной интенсивности движения на назначение оптимальных сроков стадийного строительства дорожных одежд//Повышение экономической эффективности строительства и эксплуатации автомобильных дорог Казахстана: Сб.науч. трудов.- Алма-Ата, 1971.
4. Предложения по определению косвенного экономического эффекта в результате строительства автомобильных дорог.-Минавтодор КазССР,Каз.филиал Союздорнии,Алма-Ата,1977,56 с.
5. Станиславюк В.Л. К вопросу о темпах строительства и реконструкции автомобильных дорог//Развитие сети автомобильных дорог: Сб.статей.- М.:Транспорт, 1971.

УДК 625.711

РЕЖИМЫ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ

А.А.Маевский, Г.С.Пронькин

Иркутский политехнический институт

Условия движения автомобилей с ноября по март в районах с продолжительной и устойчивой зимой существенно отличаются от летних. Различные виды снежно-ледяных образований обуславливают возникновение зимней скользкости, которая, в свою очередь, сильно зависит от температуры. Коэффициент сцепления колес автомобилей с покрытием резко изменяется по длине и ширине дороги и во времени. Снегопад и снежное пыление дороги при движении автомобилей ухудшает видимость. В морозную погоду конденсация водяных паров в выхлопных газах создает плотное облако, скрывающее встречные автомобили. Повышается сопротивление качению, ухудшается ровность проезжей части.

Перечисленные факторы и ряд других некоторых явлений усложняют условия движения автомобилей в холодное время года. Вместе с тем зимой уменьшается интенсивность движения за счет личного транспорта и практически отсутствия на дорогах велосипедистов и мотоциклистов. Повышается средний уровень квалификации водителей. Отрицательная температура и снежный накат способствуют выравниванию обочин и обеспечивают их высокую прочность. В ряде случаев

это приводит к увеличению эффективной ширины проезжей части. Снежные валы у края обочин на дорогах в лесистой местности служат дополнительными ориентирами и выполняют функцию демпферов при аварийных сходах автомобилей с полотна дороги. Эти и ряд других особенностей зимнего периода облегчают условия движения.

Зимний стереотип вождения формируется в результате восприятия водителями всего многообразия климатических и дорожных факторов. Он подвержен значительным изменениям как во времени, так и в пространстве и индивидуален для каждого района.

Изучение скоростного и траекторного режимов, проводившееся в южных и центральных районах Иркутской области в 1979-1983 гг., показало следующее.

На тех участках, которые временно покрывались снежным накатом только во время обильных снегопадов и освобождались от него через 5-10 дней, наличие наката приводило к снижению средней скорости на 20%. (рис.I).

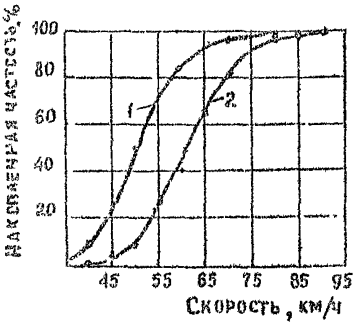


Рис.I. Влияние снежного наката на скорость автомобильного потока: I- снежный накат; 2- чистое асфальтобетонное покрытие

Там, где дорога была постоянно покрыта накатом (кривые в плане малых радиусов, участки с ограниченной видимостью), существенное влияние на скорость движения оказывала температура воздуха. С повышением температуры от -I0 до 0 -2°С при 85% обеспеченности скорость уменьшалась на 6% (рис.2). При понижении температуры от -I0 I5°С до -30 - 35°С наблюдалась тенденция к уменьшению скорости, но статистический анализ не дает основания для утверждения достоверного различия скоростей в этом диапазоне температур.

Само распределение наката по длине дороги является функцией средней скорости движения автомобилей $\bar{x}$. Эта закономерность видна на рис.3, где приведены кривые распределения скоростей движения автомобилей на чистом асфальтобетонном покрытии на прямолинейных участках и вогнутых кривых с обеспеченной видимостью, а также на выпуклых кривых с ограниченной

видимостью, где поверхность дороги была покрыта накатом. Снежный накат ограничивает использование динамических качеств автомобилей, что приводит не только к уменьшению средней скорости, но и к некоторому выравниванию скоростей в потоке (см.рис.3). Наличие нескольких максимумов на кривых (рис.3,б) свидетельствует о более полном использовании своих динамических качеств различными группами автомобилей.

Замеры коэффициента сцепления колес с дорогой, выполненные с помощью деселерометра, показали, что на сухом асфальтобетонном покрытии при температуре воздуха -15-18°С он колеблется в пределах 0,6-0,7, в то время как на снежном накате - 0,18-0,23. Это означает, что снижение скорости движения, наблюдаемое на снежном накате, не компенсирует ухудшение сцепления колес с поверхностью дороги и тормозной путь на накате в 1,5-2,0 раза больше, чем на сухом асфальтобетонном покрытии. Следовательно, доля риска попадания в ДТП при наличии наката резко возрастает. Особенно велика она тогда, когда снежный накат чередуется с участками чистого асфальтобетонного покрытия и отдельные водители проезжают по накату не снижая скорости.

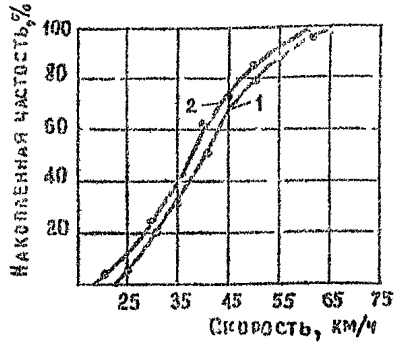


Рис.2. Влияние температуры на скоростной режим автомобильного потока на снежном накате

Воздействие автомобильного потока на дорогу определяет размещение наката не только по длине, но и по ширине проезжей части 2 . На участках с малой интенсивностью движения и обеспеченной видимостью большинство автомобилей смещаются к середине проезжей части, занимая свою полосу лишь при разъездах со встречными автомобилями. В этих условиях потоки обоих направлений воздействуют на центральную часть дороги и вдоль ее оси образуется свободная от наката полоса шириной 3-4 м. Там же, где интенсивность велика, автомобили движутся преимущественно в пределах своих полос и износ наката происходит по всей ширине проезжей

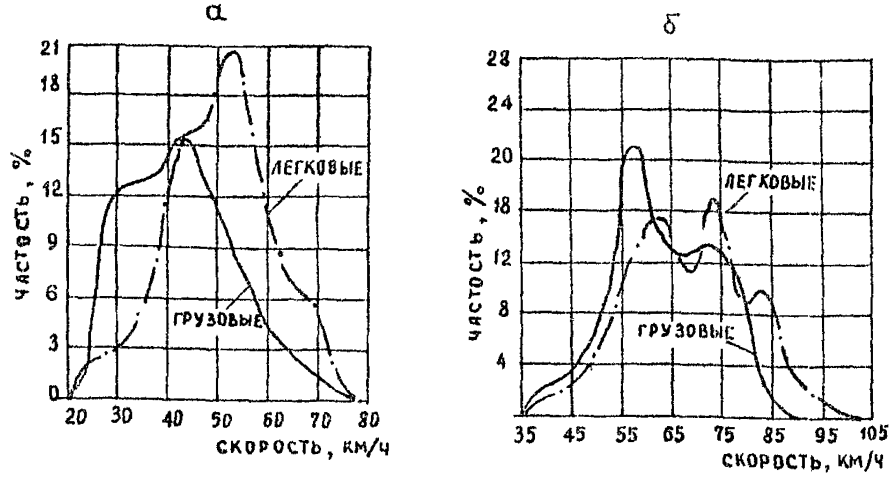


Рис.3. Распределение скоростей движения автомобилей в зимнее время: а – снежный накат; б – чистое асфальтобетонное покрытие

части. На рис.4 представлено распределение легковых автомобилей по ширине проезжей части при интенсивности движения 40 и I00 авт./ч.

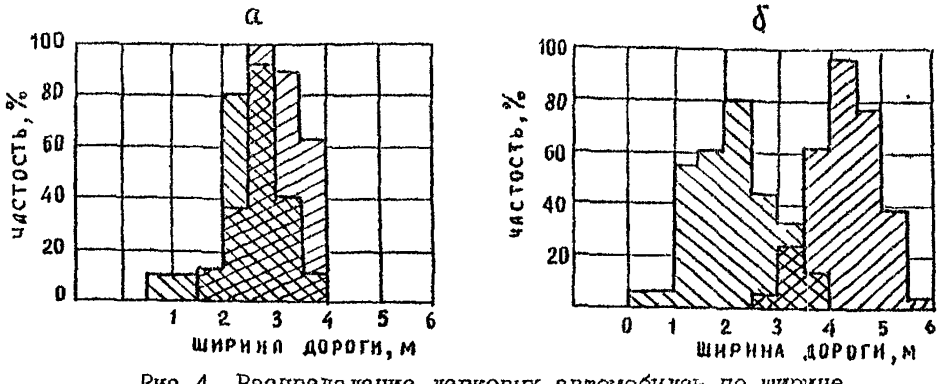


Рис.4. Распределение легковых автомобилей по ширине проезжей части: а – интенсивность 40 авт./ч; б – интенсивность I00 авт./ч

Изучение закономерностей движения автомобильных потоков в зимние месяцы и их влияние на формирование и износ снежного наката открывают возможности для более полного учета региональных особенностей при проектировании автомобильных дорог в Восточной Сибири.

Литература

I. Маевский А.А. Процесс самоочистки дорог в Иркутской области//Проектирование автомобильных дорог: Сб.науч. трудов. /СибАДИ, Омск, 1981.- С. 176-178.

2. Маевский А.А. К вопросу о закономерностях распределения снежного наката на автомобильных дорогах Восточной Сибири. /ИПИ.- 1983.- 10 с.- Деп. в ЦНТИ Минавтодора РСФСР № 34 ед -Д83.

УДК 625.7

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ГРУЗОПОТОКОВ НА СЕТЯХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ПРОМЫШЛЕННЫХ УЗЛОВ

А.Д.Гриценко, А.А.Гейдт

Сибирский автомобильно-дорожный институт

Одним из важнейших факторов, влияющих на изменение технического состояния сети автомобильных дорог промышленного узла, является интенсивность движения транспорта и состав транспортных потоков.

Исследование закономерностей формирования интенсивности движения транспорта, а также изменение ее величины на различных участках сети предполагают решение следующих задач; изучение и классификацию факторов, влияющих на величину интенсивности движения и состава транспортных потоков; изучение основных характеристик автомобильного парка промузла и связи их с величиной интенсивности движения; определение зависимостей между основными показателями производственной, строительной и социальной отраслей и численностью автомобильного парка.

Определение закономерностей формирования транспортных потоков и интенсивности движения транспорта тесно связано с изучением условий функционирования транспортной сети промышленных узлов.

Анализ сложившейся системы пунктов грузообразования и пунктов грузополучения дает возможность выделить укрепление группы грузов, имеющих определенное специализированное назначение. Так, в формировании величины интенсивности грузопотоков на сети дорог решающую роль играет специализация промышленного узла, его объем и ма-

материалоемкость, компактность и рациональность размещения подразделений промышленных предприятий на территории промузла. Как правило, большая часть перевозок осуществляется по автомобильным дорогам. Ниже будет показано, что на единицу выпускаемой промышленной продукции в зависимости от специализации производства требуется вполне определенное число автомобилей при условии сохранения в основном структуры парка автомобилей по грузоподъемности.

Аналогичная взаимосвязь наблюдается при обеспечении транспортными услугами строительно-монтажных работ. Отличие состоит в том, что количество транспортной работы на единицу товарной строительной продукции отличается от подобного показателя в промышленном производстве. Использование для нужд строительства автомобилей повышенной грузоподъемности обусловлено спецификой производства. Это обстоятельство не оказывает заметного влияния на общую тенденцию соответствия объема строительно-монтажных работ и сложившейся численности обслуживающего автомобильного парка. При этом следует отметить, что строительно-монтажными организациями и промышленными предприятиями проводится плановая работа с целью сокращения грузоперевозок и повышения эффективности использования автомобильного транспорта. Однако эффект от проводимых мероприятий носит ограниченный характер и проявляется в полной мере лишь через длительное время, а поэтому на результаты анализа закономерностей формирования транспортных потоков существенного влияния не оказывает.

Другой особенностью формирования грузопотоков на сети дорог промышленных узлов следует считать наличие сельскохозяйственных грузоперевозок. Перевозки сельскохозяйственной продукции выполняются в основном *транспортом районных автохозяйств с частичным* использованием привлеченного транспорта промышленных предприятий. Объемы грузоперевозок зависят от степени освоенности прилегающей к промышленному узлу сельскохозяйственной зоны, средней урожайности сельскохозяйственных культур, специализации сельскохозяйственного производства и его продуктивности. Основная масса грузоперевозок приходится на осенне-зимний период уборки и поставки продукции государству. Объем сельскохозяйственного производства прилегающих к промышленному узлу районов изменяется во времени в соответствии с плановыми заданиями по расширению и специализации производства. Изучению взаимосвязи интенсивности движения

транспорта и объема сельскохозяйственной продукции посвящена работа [I], в которой В.К.Пашкин и В.Е.Каганович на основе корреляционно-регрессионного анализа убедительно показали существование устойчивости зависимости между этими величинами.

В результате можно сделать вывод о том, что освоенность прилегающих сельских территорий оказывает влияние на величину интенсивности движения на отдельных маршрутах сети дорог промышленного узла, которое усиливается в период активизации сельскохозяйственных работ.

Существенным фактором в формировании автоперевозок следует считать численность населения, его подвижность и степень автомобилизации. Подвижность населения по результатам исследований [2] определяется степенью урбанизации современных городских агломераций и колеблется в пределах 0,7-3 поездок в день. В прямой зависимости от этого показателя следует рассматривать количество автобусов, обслуживающих пассажирские перевозки населения.

Степень автомобилизации населения определяет количество индивидуальных автомобилей, эксплуатируемых на сети автомобильных дорог. Эта величина в растущих новых городах имеет в настоящее время тенденцию к относительному снижению. Так, в 1976 г. в развивающемся г.Брежневе на 1000 чел. приходилось 52 автомобиля индивидуального пользования, а в 1980 г. этот показатель составил лишь 45,5. Однако исследования [2] дают возможность предполагать, что эта величина в перспективе возрастет и может достигнуть значения 100-120 автомобилей на 1000 чел.

Определенное влияние на интенсивность движения по отдельным участкам сети оказывает состояние проезжей части дорог. В случае большой загруженности движением участка сети, наличия разрушений покрытия проезжей части, препятствующих реализации динамических возможностей автомобиля, водители часто выбирают параллельные маршруты, имеющие большие протяженности, но лучшие условия движения.

Большое значение при формировании автомобильных потоков имеет организация движения транспорта. На сетях дорог, введенных в эксплуатацию, как правило, имеют место ограничения грузового движения на отдельных звеньях сети, происходит насыщение сети средствами регулирования. В результате автомобильные потоки на этих участках сети становятся стабильными по составу и удается выделить участки с преобладающим движением грузового, легкового

транспорта и автобусов и участки со смешанным движением грузовых, легковых автомобилей и автобусов. Исключением является небольшое число грузовых специальных автомобилей, используемых для обслуживания предприятий соцкультбыта и имеющих права проезда по всем дорогам и магистралям промышленного узла. Таким образом, упорядочение организации движения на сети дорог после окончания ее формирования позволяет разделить транспортные потоки по составу участвующих в них автомобилей, причем это деление остается постоянным на длительную перспективу.

Определенное влияние на величину интенсивности движения и состав транспортных потоков оказывают климатические факторы. Исследования, выполненные на дорожной сети КамАЗа, показали, что на различных участках сети дорог в зимнее время величина интенсивности движения составляет 82-89% от летней. Замечено также снижение доли легковых автомобилей в составе транспортных потоков по сравнению с летним периодом, которое происходит в основном за счет владельцев индивидуального транспорта, не использующих автомобили в зимнее время. Некоторое уменьшение грузопотоков объясняется также изменением режима работы в зимний период отдельных строительных организаций.

Существенную роль в снижении интенсивности движения играет техническое состояние автомобильного парка промузла, поскольку зимний период является наиболее трудным периодом эксплуатации автотранспорта.

Анализируя влияние вышеупомянутых факторов на интенсивность движения, можно условно разделить их на несколько групп по экономическому, социально-экономическому, климатическому и техническому признакам.

К экономическим факторам следует отнести объем промышленного производства отраслей специализации промузла, объем строительно-монтажных работ, выполняемых на территории селитебной части и в промышленно-коммунальной зоне, объем сельскохозяйственного производства в районах, тяготеющих к территории промузла. К этой же группе следует отнести показатель потребной транспортной работы на единицу продукции промышленных, строительных и сельскохозяйственных предприятий.

Группа социально-экономических факторов включает в себя численность населения промышленного узла, его подвижность, степень автомобилизации населения. В число факторов группы следу-

ет внести показатели организации движения, зависящие от планировки промышленного узла, и показатель транспортной работы, необ-
для обслуживания населения и предприятий соцкультбыта.

Степень влияния климатических факторов на закономерности формирования транспортных потоков определяется расположением промышленного узла в той или иной климатической зоне.

К группе технических факторов относятся показатели общей протяженности сети автомобильных дорог, техническое состояние звеньев сети, техническое состояние и состав автомобильного парка промышленного узла.

Приведенная классификация позволяет оценить воздействие различных факторов на величину фактической интенсивности движения и составы транспортных потоков на сети дорог. С учетом этого можно детально проанализировать сезонные колебания грузопотоков и, следовательно, определить среднесуточную годовую величину интенсивности движения транспорта.

Этот подход к изучению закономерностей формирования транспортных потоков весьма полезен при решении задачи определения перспективной интенсивности движения. На основе зависимостей фактической интенсивности движения транспорта от различных факторов становится возможным дать объективную оценку изменения исследуемой величины в перспективе.

Исследование закономерностей формирования транспортных потоков на сети дорог промышленного узла предполагает изучение факторов, влияющих на их состав и интенсивность. Выше было показано, что подавляющая часть грузоперевозок есть следствие функционирования предприятий отраслей специализации. Теперь необходимо определить тесноту связи между деятельностью промышленных и строительных предприятий и численностью обслуживающего их автомобильного парка. Необходимо изучить вопрос о тесноте связи между основными показателями социальной отрасли и численностью транспорта реализующего ее потребности. Для определения зависимостей и их характеристик удобно применять аппарат математической статистики, в частности методы корреляционно-регрессионного анализа.

Введем обозначения:

Q_1 – показатель деятельности промышленных предприятий ПУ, объем промышленного производства, млн.руб./год; Q_2 – показатель деятельности предприятий строительной индустрии, объем

строительно-монтажных предприятий, млн.руб./год; Q_4 - показатель деятельности социальной отрасли, численность населения промышленного узла, тыс.чел.; Γ_1 - количество грузовых автомобилей, занятых на обслуживании промышленного производства промузла; Γ_2 - количество грузовых автомобилей, занятых на обслуживании строительного производства промузла; Γ_3 - количество грузовых (специальных) автомобилей, занятых на обслуживании населения (предприятии соцкультбыта) промышленного узла; A - количество автомобилей (автобусов), занятых на пассажиро-перевозках; Λ - количество государственных легковых автомобилей, занятых на обслуживании промышленного и строительного производства; $И$ - количество индивидуальных легковых автомобилей, находящихся в собственности населения промузла.

Для выполнения анализа используются данные по одному из развивающихся промузлов. Для выполнения расчетов приняты отчетные данные основных 5-ти автопредприятий, обслуживающих промышленный узел.

Изучение связей производится на основе следующих предпосылок:

- подавляющее большинство пассажироперевозок по всем маршрутам выполняется автопредприятием № I (АП-1);

- основные грузоперевозки для нужд капитального строительства на территории промышленного узла выполняются автопредприятиями № 2 и 3 (АП-2, АП-3);

- транспортное обслуживание населения и предприятий соцкультбыта выполняет грузовое автопредприятие № 4 (АП-4);

- перевозки, связанные с деятельностью основного производства промузла, выполняет автопредприятием № 5 (АП-5).

Данные об изменении численности автомобилей и изменении основных экономических и социальных показателей промузла приведены в таол.I.

В результате корреляционно-регрессионного анализа с применением ЭВМ "МЕРА-60" получены следующие выражения:

I. Изменение численности автомобилей в АП-I в зависимости от изменения численности населения:

$$y_1 = 249,227 + 2,3607 x_5 \quad , \qquad (I)$$

при этом коэффициент корреляции $r = 0,941$, что говорит об очень тесной связи изучаемых показателей.

Таблица I

Год	Численность автомобилей, шт.					Отраслевые показатели		
	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	x_1	x_2	x_3
	АП-I	АП-2	АП-3	АП-4	АП-5			
I975	903	322	3070	400	I494	I40,0	445,3	230,0
I976	I022	326	3270	4I8	I750	I59,2	43I,8	I53,I
I977	II07	325	3030	434	2050	489,2	395,9	272,7
I978	II75	328	2730	473	2245	864,7	348,9	300,6
I979	II97	307	255I	478	2338	I276,6	3I9,2	3I8,5
I980	II84	294	2636	502	2430	I447,4	329,5	340,0

2. Изменение количества автомобилей в ПП-2 в зависимости от объема строительно-монтажных работ на территории промузла:

$$y_2 = 255,3I + 0,I630x_2 \qquad (2)$$

при $r = 0,644$, что позволяет говорить о наличии связи, но весьма неустойчивой.

3. Численность автотранспорта в АП-3 в зависимости от объема строительно-монтажных работ:

$$y_3 = 989,063 + 4,999x_2 \qquad (3)$$

при $r = 0,947$, что свидетельствует об устойчивой связи анализируемых величин.

Сопоставление объемов транспортной работы, выполненных АП-2 и АП-3, позволяет сделать вывод о том, что основные объемы выполнялись АП-3, поскольку АП-2 обслуживает лишь дорожное строительство. Незначительный удельный вес дорожного строительства в общем объеме привел к снижению коэффициента корреляции при анализе изменения численности автомобилей в АП-2.

4. Представляется логичным определить зависимость суммарного числа автомобилей АП-2 и АП-3 от объема строительного производства:

$$y_2 + y_3 = I229,847 + 5,I968x_2, \qquad (4)$$

при этом коэффициент корреляции $r = 0,948$ несколько возрос, что подтверждает проверяемую гипотезу.

5. Изменение численности АП-I в зависимости от изменения численности населения:

$$y_4 = 179{,}861 + 0{,}948 x_3, \qquad (5)$$

при этом $r = 0{,}993$, что позволяет сделать вывод о надежной связи рассматриваемых величин.

6. Зависимость численности транспорта в АП-5 от объема промышленного производства:

$$y_5 = 1600{,}996 + 0{,}0148 x_1 \qquad (6)$$

при $r = 0{,}939$, что определяет устойчивость имеющейся зависимости.

Следует отметить, что в проведенном анализе в расчет принимались все транспортные средства, стоящие на балансе автопредприятий, т.е. легковые, грузовые автомобили и автобусы всех хозяйств. Для получения более объективных данных необходимо исключить из расчета легковые автомобили и автобусы грузовых автомобильных предприятий, выполняющих работы непосредственно не связанных с основной деятельностью автохозяйств, а выполняющие лишь вспомогательные функции. Тогда все автомобили, занятые на выполнении производственной и социальной программы промышленного узла, могут быть объединены в группы: $Г_1$, $Г_2$, $Г_3$, А, Л и И. Конкретные данные по группам автомобилей в период с 1975 по 1980 гг. приведены в табл.2.

Таблица 2

Год	$Г_1$	$Г_2$	$Г_3$	А	Л	И	Q_1	Q_2	Q_3
1975	960	3120	400	878	420	3458	140	445,3	230,0
1976	1095	3340	418	959	509	3962	159,2	431,8	253,1
1977	1160	3025	434	982	611	4680	489,2	395,9	272,7
1978	1390	2870	473	1002	815	5004	864,7	348,9	300,6
1979	1470	2620	478	1034	986	6625	1276,6	319,2	318,5
1980	1617	2771	513	1056	1038	7091	1447,4	329,5	340,0

Выполнение корреляционно-регрессионного анализа зависимости численности различных групп автомобилей от объема промышленного производства, объема строительно-монтажных работ и численности населения промышленного узла дает следующие результаты:

$$Г_1 = 988{,}634 + 0{,}3838\, Q_1; \qquad r = 0{,}975; \qquad (7)$$

$$Г_2 = 1271{,}503 + 4{,}4556\ Q_2\ ; \qquad r = 0{,}925; \qquad (8)$$

$$Г_3 = 162{,}326 + 1{,}0158\ Q_3\ ; \qquad r = 0{,}990; \qquad (9)$$

$$Л = 204{,}553 + 0{,}4813\ (Q_1 + Q_2)\ \quad r = 0{,}996; \qquad (10)$$

$$А = 566{,}720 + 1{,}464\ Q_3\ ; \qquad r = 962; \qquad (11)$$

$$И = 33{,}8783\ Q_3 + 4546{,}33; \qquad r = 0{,}970. \qquad (12)$$

Полученные зависимости позволяют утверждать, что гипотеза о связи между показателями основной деятельности отраслей промышленного узла и численностью автомобильного парка, удовлетворяющего их потребности, доказана.

При этом следует отметить, что выполненный анализ проводился на данных, соответствующих периоду создания рассматриваемого промышленного узла. С появлением данных согласно периоду стационального функционирования анализ следует повторить с целью получения зависимостей, позволяющих прогнозировать исследуемые величины на длительную перспективу.

Литература

1. П а ш к и н В.К. Выбор экономико-математической модели объема грузовых перевозок на автомобильных дорогах//Повышение транспортно-эксплуатационных показателей автомобильных дорог КазССР: Сб.науч. тр. Алма-Ата: Минавтодор КазССР, 1971.

2. С и г а е в А.В. Проектирование улично-дорожной сети.-М.: Стройиздат, 1978.

УДК 625.71

ОЦЕНКА СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ НА ГОЛОВНЫХ УЧАСТКАХ АВТОМОБИЛЬНЫХ МАГИСТРАЛЕЙ

А.В.Грико

Сибирский автомобильно-дорожный институт

Исследованиями режимов движения на пригородных участках автомобильных магистралей установлено, что они имеют особые, по сравнению с загородными или городскими участками дорог,

характеристики, подверженные значительным изменениям и колебаниям как по скорости, так и по дорожным условиям. В этом случае оценка скорости движения по средним значениям не представляется возможной, поскольку при осреднении не учитывается изменчивость процесса, что особенно важно при установлении закономерности между скоростью движения и дорожными условиями.

В результате измерения скоростей движения на головных участках автомобильных магистралей г.Будапешта, проведенных К.Ю.Эделениис на ходовой автомобильной лаборатории научного института транспорта ВНР, получены записи мгновенных скоростей движения автомобилей по всей длине исследуемых участков. Эти данные были обработаны по методике [I], позволяющей оценить изменчивость скорости движения транспортного потока по длине дороги и увязать эти оценки с характеристиками дорожных условий.

Для этого мгновенные скорости движения были представлены как случайные величины, а их ряд по длине дороги – как случайная функция $V(\ell)$, исследование которой производится известными методами корреляционной теории случайных функций. Оценками функции $V(\ell)$ будут:

– функция математического ожидания $m_v(\ell)$, при осреднении которой получается значение средней скорости движения по участку V_{cp};

– функция среднеквадратического отклонения $\sigma_v(\ell)$, при осреднении которой получается значение средней величины разброса от V_{cp};

– корреляционная функция $K_v(\tau)$, где $\tau = \Delta\ell$.

Корреляционная функция будет характеризовать степень изменчивости функции $V(\ell)$, т.е. скорости движения по длине участка.

Оценка дорожных условий (наличие застройки, пересечений и примыканий, остановок общественного транспорта и т.п.) производилась по коэффициенту помехонасыщенности, названному так, поскольку все перечисленные факторы дорожных условий выступают в виде помех движению транспорта. Для удобства расчетов и получения однозначной характеристики участка дороги по дорожным условиям коэффициент помехонасыщенности определялся по формуле

$$\Pi = \frac{\sum_{i=1}^{S} n_i (100 - m_i)\ell_i}{L}, \qquad (I)$$

где L – длина оцениваемого участка дороги, км; $i = 1, 2, \ldots$;

S – число видов помех, встречающихся на данном участке;

n – число помех каждого вида; $m_i = \frac{V_2}{V_1} \cdot 100$ – степень снижения скорости движения до и после помехи V_1 и при прохождении ее V_2 на данном виде помех, %; ℓ_i – длина зоны влияния помех данного вида, км.

На исследуемых участках дорог по указанным методикам были вычислены значения оценок скорости движения и коэффициентов помехонасыщенности.

Полученные графики корреляционных функций аппроксимированы выражением

$$K_v(\tau) = (1 + \alpha\tau)\, exp\,(-\alpha\tau), \qquad (2)$$

где $\tau = \Delta\ell = 50$ м; α – параметр корреляционной функции.

Указанные параметры изменялись в следующих пределах:

$V_{ср} = 34{,}9 \ldots 63{,}7$ км/ч; $\sigma_v = 8{,}5 \ldots 18{,}9$ км/ч;

$\alpha = 0{,}012 \ldots 0{,}030$; $П = 10{,}26 \ldots 35{,}40$.

Установлены закономерности изменения оценок скорости движения с усложнением дорожных условий (увеличением коэффициента помехонасыщенности). Значения средней скорости движения (рисунок) уменьшаются прямо пропорционально увеличению помехонасыщенности участка дороги:

$$V_{ср} = 63{,}9 - 0{,}72\,П. \qquad (3)$$

Значения среднеквадратических отклонений так же снижаются:

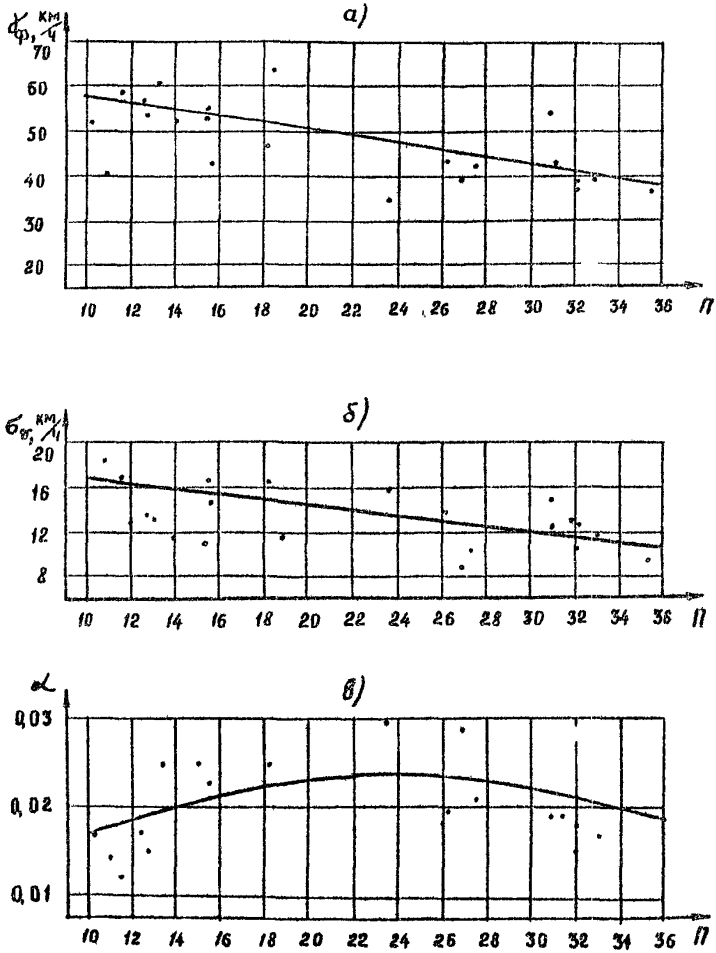
$$\sigma_v = 18{,}9 - 0{,}22\,П. \qquad (4)$$

Зависимость параметра корреляционной функции α от помехонасыщенности установлена следующего вида:

$$\alpha = 0{,}004594 + 0{,}001585 \cdot П - 0{,}000033 \cdot П^2. \qquad (5)$$

Увеличение порядка полиномов к существенному улучшению точности аппроксимации не привело.

Особый интерес представляет анализ графика (см. рисунок). Имеющийся экстремум показывает, что с увеличением помехонасыщенности до $П \approx 24$ происходит нарастание изменении скорости движения по участку: маневрирование, обгоны и пр. Но с дальнейшим увеличением сложности дорожных условий изменчивость скорости уменьшается при низких значениях средней величины и ее среднеквадратического отклонения, что, видимо, объясняется стабилизацией потока в данных дорожных условиях. Приведенные данные хорошо согласуются с качественным описанием состояния насыщенного транс-



Графики изменения средней скорости движения $V_{ср}$ среднеквадратического отклонения скорости σ_v и параметра α корреляционной функции от коэффициента помехонасыщенности П

портного потока и количественно оценивают закономерности его изменения.

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы:

I. При характеристике движения транспортных потоков на участках автомобильных магистралей можно применять указанные методики оценки скорости движения с учетом изменчивости ее по длине дороги и оценки помехонасыщенности.

2. Используя приведенные данные, возможны априорная оценка скорости движения по величине коэффициента помехонасыщенности, анализ проектируемых участков дорог по безопасности и экономичности движения и управление этими параметрами.

Литература

I. Г р и к о А.В. Комплексная оценка транспортно-эксплуатационных качеств автомобильной дороги по показателю маршрутной скорости движения//Проектирование автомобильных дорог: Сб.науч .тр. Новосибирск, 1978.- С.59-70.

УДК 625.7

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА ПОКРЫТИЯ

Л.П.Майорова

Сибирский автомобильно-дорожный институт

Экономические показатели освоения нефтегазоносных районов в Западной Сибири во многом зависят от состояния дорожной сети и условий доставки грузов для обустройства и эксплуатации месторождений. Для многих из этих районов автомобильный транспорт является единственным видом транспорта, позволяющим осуществлять перевозку грузов в течение года. Однако строительство автомобильных дорог в данном регионе связано с дополнительными трудностями: сложными природными условиями, большой заболоченностью территорий, отсутствием местных дорожно-строительных материалов. Несмотря на значительные капитальные вложения в дорожное хозяйство, техническое состояние промысловых дорог является неудовлетворительным. Такое положение объясняется отсутствием научно обоснованной программы развития дорожной сети, предусматривающей перспектив-

ное планирование проведения наиболее эффективных мероприятий по стадийному повышению транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог и их усиление по мере изменения экономического значения. Разработка мероприятий по обоснованию очередности усиления дорожных одежд позволит более эффективно использовать капитальные вложения. Усиление конструкций дорожной одежды осуществляется по схеме переходов от низших типов покрытия к усовершенствованным и капитальным. Показателями для выбора наиболее эффективного решения могут служить данные о себестоимости перевозок. Повышение транспортно-эксплуатационных качеств дорог приводит к снижению себестоимости перевозок главным образом за счет увеличения скорости движения автомобилей. Себестоимость перевозок складывается из постоянных и переменных расходов. Постоянные расходы не зависят от пробега автомобилей, в то время как переменные зависят от скорости движения. К переменным расходам относятся расход горючего, износ шин и др. Таким образом, скорость движения потока автомобилей является основным транспортно-эксплуатационным показателем дороги, определяющим величину транспортных расходов.

Многочисленные исследования показывают, что к основным факторам, характеризующим дорожные условия и влияющим на скорость движения, относятся геометрические параметры автомобильных дорог и состояние проезжей части. При движении автомобиля по прямым участкам с незначительными продольными склонами их скорость зависит в основном от состояния покрытия.

В настоящее время значительную долю в общей протяженности нефтепромысловых дорог занимают грунтовые дороги. Эксплуатация автомобильного парка на грунтовых дорогах приводит к потерям, связанным с увеличением себестоимости перевозок.

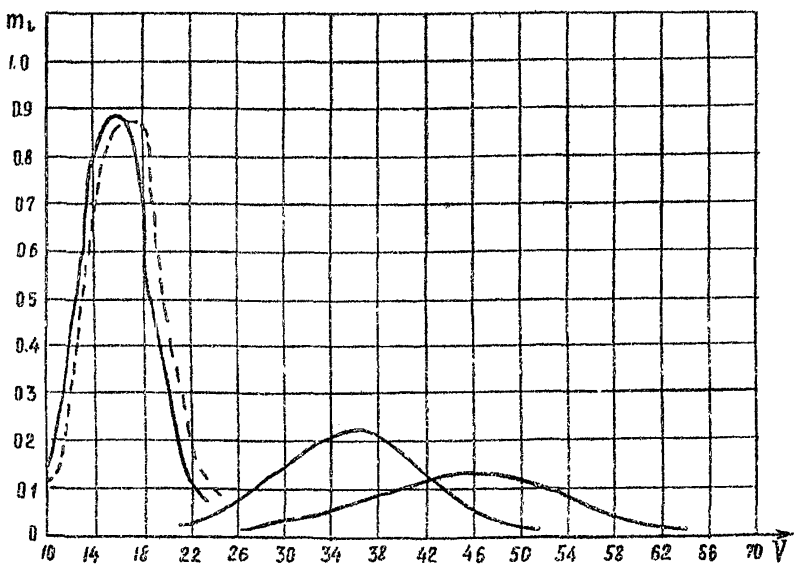
Улучшение дорожных условий может быть осуществлено путем устройства покрытия из щебня или железобетонных плит с последующим перекрытием одним или несколькими слоями асфальтобетона.

Для того, чтобы дать общую оценку транспортно-эксплуатационных качеств дорог и, в частности, скорости движения, были проведены наблюдения технических скоростей на дорогах с различными типами покрытий. Результаты наблюдений обрабатывались методами математической статистики. Были определены средние скорости движения автомобилей на участках, а также построены кривые распределения. При расчетах было принято, что скорость является величиной случайной, а распределение ее подчиняется нормальному за-

кону. Оценка распределения скоростей произведена двумя характеристиками – математическим ожиданием и среднеквадратическим отключением.

Проведенные наблюдения дают возможность оценить фактические режимы движения на различных типах покрытий. Графики распределения скоростей движения на участках приведены на рис.I. Транспортный поток на промысловых дорогах составляют в основном автомобили большой грузоподъемности. Максимальные технические скорости современных большегрузных автомобилей не превышают 55–65 км/ч.

Анализируя кривые распределения скоростей, можно сделать вывод о том, что скорости движения автомобилей на асфальтобетонном покрытии имеют относительно высокие значения. Средняя скорость движения потока составила V = 46,6 км/ч. Измерения скорости проведены также на дороге со щебеночным покрытием. Во время наблюдения покрытие находилось в хорошем состоянии. Величина средней скорости потока на данном участке составила 36,2 км/ч.



Распределение скоростей на следующих типах покрытий: I– асфальтобетонном; 2– щебеночном; 3– грунтовой дороге; 4– со сборным железобетонным покрытием

Наименьшая скорость движения наблюдается на грунтовых дорогах, обладающих худшими транспортно-эксплуатационными качествами. Распределения скорости на грунтовых дорогах характеризуются кривой. Средняя скорость в данном случае составила 16,6 км/ч. Скорости автомобилей изменяются здесь в незначительных пределах. Величина среднеквадратического отклонения σ_v, характеризующая различие в скоростях движения отдельных групп автомобилей, на грунтовых дорогах равна σ_v = 3 км/ч. Это говорит о том, что транспортно-эксплуатационные качества дорог не дают возможности реализовать динамические характеристики автомобилей. На асфальтобетонных покрытиях величина среднеквадратического отклонения увеличивается до σ_v = 10 км/ч, что характерно для более свободных условий движения. Одновременно были выполнены наблюдения скоростей на дороге со сборным железобетонным покрытием. Плиты на данном участке находятся в деформированном состоянии, что приводит к значительному снижению скоростей. Таким образом, анализ графиков распределения скоростей движения на разных типах покрытий позволяет сделать вывод: существенным резервом увеличения скорости движения автомобилей на промысловых дорогах является устройство дорожных одежд усовершенствованных типов, обеспечивающих высокие транспортно-эксплуатационные качества. В зависимости от скорости движения транспорта можно определить относительное изменение себестоимости перевозок и использовать данный показатель для технико-экономического обоснования улучшения дорожных условий.

Проведенные наблюдения являются частью работы по исследованию влияния региональных и дорожных условий на формирование скорости движения автомобилей.

УДК 625,711.812 : 656.13

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АВТОМОБИЛЯМИ ШИРИНЫ ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ ГОРНЫХ ДОРОГ

А.А.Токарев, Б.С.Муртазин

Усть-Каменогорский строительно-дорожный институт

В настоящее время расчет число дорожно-транспортных происшествий, связанных с неудовлетворительными дорожными условиями.

Анализ статистики дорожно-транспортных происшествий показал, что на дорогах в горной местности относительное число пострадавших в происшествиях в I,25 раза больше, чем в равнинной.

Рост интенсивности движения автомобильного транспорта требует изменения транспортно-эксплуатационных показателей существующих горных дорог.

В связи с этим проводятся мероприятия по улучшению условий движения, снижению числа дорожно-транспортных происшествий. В горных условиях это всегда связано с большим объемом разработок скального грунта, что приводит к значительным капитальным вложениям.

Данное обстоятельство требует более внимательного изучения закономерностей движения транспорта на горных дорогах с целью организации безопасной эксплуатации и учета выявленных особенностей в нормах проектирования горных дорог.

В качестве объектов исследований были выбраны двухполосные дороги с шириной проезжей части 7-7,5 м, усовершенствованным покрытием облегченного типа в удовлетворительном состоянии по ровности. Расположены экспериментальные участки в горной местности южной части Казахстана на высоте 900-I300 м над уровнем моря.

Интенсивность движения на обследованных участках составляла не более 4I00 авт./сут.

Для решения поставленной задачи - оценки влияния элементов поперечного профиля дороги на режимы движения автомобилей - были условно выделены участки с однотипными дорожными условиями. Длина таких участков для замера траекторий и скоростей движения автомобилей составляла 0,3 - 0,6 км. Скорости движения замерялись секундомерами с использованием разметки. Для определения траектории движения автомобилей наносилась поперечная разметка белой краской на проезжей части дороги.

Полученные результаты экспериментальных измерений режимов движения обрабатывались с использованием известных методов математической статистики. В результате получен ряд графических зависимостей, с помощью которых установлено влияние крутизны откосов насыпи и выемки на зазор безопасности y. Под зазором безопасности y подразумевается расстояние между кромкой проезжей части дороги и наружным краем правого заднего колеса ав-

томобиля.

Как видно из графика (рис.1), с уменьшением крутизны откоса насыпи с 70 до 20° зазор безопасности для автомобилей в свободном режиме движения, движущихся на спуск, уменьшается на 0,6 м. Причем откос насыпи с заложением $m = 4$ и более на зазор y существенного влияния не оказывает. Аналогичный характер зависимости наблюдается для автомобилей, движущихся на подъем. Однако зазоры безопасности y при движении на подъем на 0,2 м меньше, чем на спуск при одинаковых заложениях откоса насыпи. Это объясняется влиянием продольного уклона проезжей части дороги и соответственно различной скоростью движения автомобилей на подъем и спуск.

Такой характер выявленной зависимости позволяет сделать вывод о целесообразности уполаживания откосов насыпей до заложения 2 и более, особенно со стороны полосы движения на спуск. Вследствие этого увеличивается эффективная ширина проезжей части дороги. Однако следует учитывать капитальные вложения, необходимые для выполнения дополнительных земляных работ.

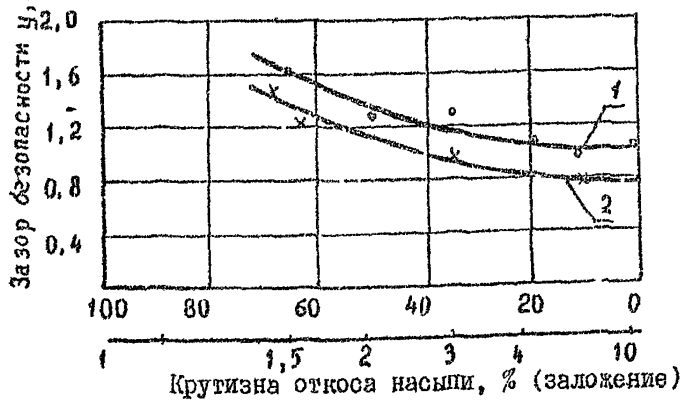


Рис.I. Зависимость зазора безопасности y от крутизны откоса насыпи при движении: I- на спуск; 2- на подъем

На рис.2 предоставлена зависимость зазора безопасности y от заложения откоса выемки. С уполаживанием откоса со 100 до 20° наблюдается уменьшение y для автомобилей, движущихся на спуск на 0,4 м, на подъем на 0,4 - 0,5 м.

Интенсивное уменьшение зазора безопасности наблюдается с увеличением заложения откоса с 0,5 до I,5. Дальнейшее уполаживание откоса выемки на зазор безопасности существенного влияния не имеет. Следует отметить, что крутизна откоса оказывает более сильное влияние на зазор безопасности при расположении порог в насыпи.

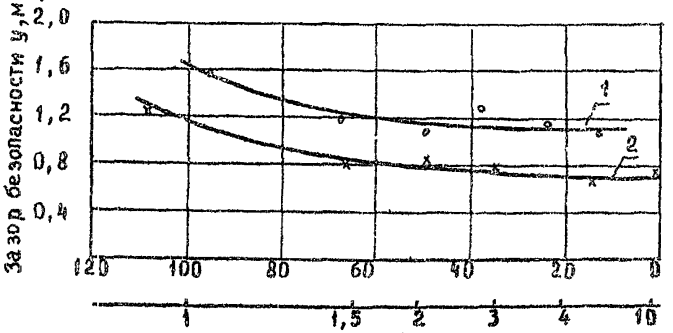


Рис.2. Зависимость зазора безопасности y от крутизны откоса выемки при движении: I– на спуск; 2– на подъем

На основании полученных зависимостей можно рекомендовать в горных условиях заложение откоса выемки I,5 и более. Крутой откос выемки ($m \leq$ I,5) ведет к уменьшению используемой доли ширины проезжей части дороги. На рис.I,2 наблюдается влияние на зазор безопасности продольного уклона проезжей части дороги. Для выявления характера влияния были проведены дополнительные наблюдения на прямых в плане участков горных дорог с продольным уклоном от 20 до I00‰. Замеры проводились для одиночных автомобилей.

На рис.3 показана зависимость изменения зазора безопасности y от продольного уклона дороги для скорости 50% обеспеченности. Увеличения зазора y на 0,9 м наблюдаются с ростом продольного уклона на спуск с 20 до I00 ‰, для аналогичных уклонов на подъем отмечается менее значительное увеличение зазора, при этом максимальное увеличение достигает 0,5 м. Зазор безопасности существенно зависит от продольного уклона дороги и при движении автомобилей на спуск на 0,2–0,6 м больше, чем при движении на

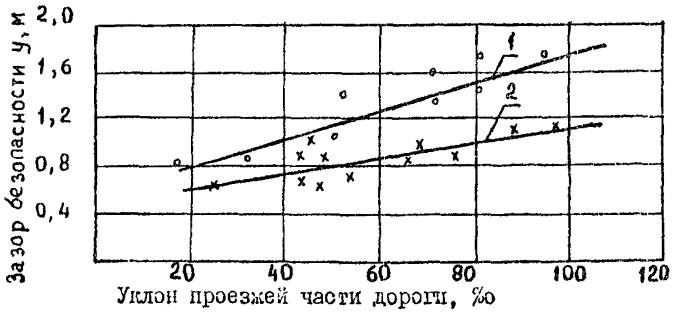


Рис.3. Зависимость зазора безопасности y от продольного уклона проезжей части дороги при движении: I- на спуск; 2- на подъем

подъем. Это обуславливается разностью скоростей между встречными автомобилями, которая для легковых автомобилей достигает 13-I5 км/ч, для грузовых 22-26 км/ч. На основании проведенных нами наблюдений за режимами движения автомобилей применительно к перевальным участкам горных дорог с затяжными подъемами и спусками можно рекомендовать смещение разметки в сторону полосы движения на подъем на величину, указанную в таблице.

Средний уклон проезжей части дороги, %о	до 20	20-40	40-60	60-80	80-I00
Сдвижка оси разметки в сторону полосы движения на подъем, м	-	0,I	0,I5	0,2	0,3

Использование предложенных рекомендаций при организации движения на горных дорогах позволит более эффективно использовать ширину проезжей части и будет способствовать улучшению условий безопасной эксплуатации горных дорог.

УДК 625.711

К ВОПРОСУ О ВОСПРИЯТИИ ВОДИТЕЛЯМИ ПРЕДУПРЕЖДАЮЩИХ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ

А.П.Маевский

Иркутский политехнический институт

Основой проблемы безопасности движения является положение о том, что каждый водитель может безаварийно проехать по любому, самому сложному участку дороги, если он своевременно осознает характер и степень ожидающей его опасности.

Признание этого приводит к стремлению в максимальной степени информировать водителя об усложнении условий движения, а также препятствиях, которые могут возникнуть на его пути, и выражается в непрерывном увеличении номенклатуры предупреждающих знаков и их количества на дорогах. Но статистика ДТП свидетельствует о том, что аварии совершаются часто в зоне действия предупреждающих знаков.

Ни один водитель не желает попасть в аварию и если несмотря на наличие хорошо видимых предупреждающих знаков, он не принял необходимых мер предосторожности, значит, существующая система информации работает неудовлетворительно. Эксперименты показали, что на дороге со сложным профилем 87% водителей не обращают внимания на предупреждающие знаки или вообще не замечают их. К аналогичным выводам пришли и другие исследователи [1] .

На наш взгляд, это можно объяснить следующими причинами. В нормальных условиях движения водитель управляет автомобилем автоматически. Он может беседовать со своим пассажиром и одновременно изменять траекторию движения и скорость в соответствии с постоянно меняющимися дорожными условиями. Основную часть информации, на основе которой водитель автоматически управляет автомобилем, он получает непрерывно наблюдая за поверхностью дороги, концентрируя свой взгляд на расстоянии, примерно равном длине тормозного пути. Все действия водителя продиктованы тем, что он видит в данный момент на дороге. Если получаемых при этом сведений достаточно для управления автомобилем,

взгляд водителя не ищет дополнительных источников информации. Важно то, что непрерывно "вводимая" информация также непрерывно "выводится" из головного мозга водителя. Защитная реакция организма от переутомления проявляется в сведении к минимуму удерживаемой информации. Этим объясняется плохое восприятие предупреждающих знаков, установленных на 150–300 м до опасного участка. Там, где знак попадает в поле зрения водителя, текущая дорожная ситуация ясна и не требует дополнительной информации. Поэтому, как только предупреждающий знак выпадает из поля зрения, он автоматически выводится из сознания водителя. Если даже водитель сделает дополнительное усилие и удержит в памяти предупреждение о том, что в 150–300 м его ожидает опасность, на этом пути могут возникнуть такие острые ситуации, которые вычеркнут из его сознания увиденный ранее знак.

Водителю нужна дополнительная информация в виде предупреждающего знака только там, где основной информации, получаемой в данный момент из зоны концентраций взгляда на поверхности дороги недостаточно для управления автомобилем, т.е. там, где опасность может быть не замечена им. Следовательно, предупреждающие знаки целесообразно размещать непосредственно у начала опасного участка.

Предупреждающий знак водитель видит днем за 300–400 м, а ночью – значительно дальше. Этого расстояния вполне достаточно для принятия всех необходимых мер предосторожности и спокойного проезда сложного участка.

Вывод о целесообразности приближения предупреждающего знака к опасному месту подтверждается практикой информации водителей об опасном повороте. Для этого в настоящее время имеются два знака: 1.11 – устанавливаемый за 150–300 м и 1.31, который ставится на самом повороте и как шлагбаум преграждает путь в прямом направлении. Практика эксплуатации дорог подтверждает очень высокую эффективность знака 1.31 и низкую – 1.11.

Не менее важным является вопрос о числе необходимых знаков. Известно, что человек может увидеть и осознать от 3 до 6 объектов в секунду. В поле зрения водителя ежесекундно попадают десятки объектов, но его профессиональный навык позволяет ему отсеять ту информацию, которая не имеет отношения

к управлению автомобилем и сосредоточить внимание на том, что важно для определения режима движения. Стремление к излишнему увеличению информационных данных привело к появлению на дорогах таких знаков, как I.24 "Перегон скота", эффективность которого сомнительна, так как днем корова на дороге видна значительно дальше чем знак, а ночью не пасут. Можно ли винить водителя в игнорировании предупреждающих знаков, если вероятность реализации опасности, о которой они предупреждают, порой составляет лишь ничтожные доли процента, как, например, для знаков I.25 "Дикие животные" или I.26 "Падение камней"?

А нередко предупреждающие знаки несут в себе даже дезинформацию. Так, часто знак I.15 "Скользкая дорога" стоит длительное время на участке с сухим покрытием. Практика установки большого количества предупреждающих знаков, многие из которых установлены "на всякий случай" и без которых можно вполне обойтись, привела к их обесцениванию в глазах водителей. Они в их сознании перешли в разряд объектов, не имеющих прямого отношения к управлению автомобилем, и как посторонние объекты отсеиваются. Водитель не в состоянии узнать среди многих десятков встречаемых на пути знаков тот, который предупреждает его о действительной опасности и не обращает на него внимания, как и на предыдущие. Из этого следует, что для реабилитации в глазах водителей предупреждающих знаков, их количество на дорогах должно быть резко сокращено. Наличие излишних знаков не менее вредно, чем отсутствие необходимых.

В связи с этим особую важность приобретает вопрос о принципах размещения предупреждающих знаков. Очевидно, что предупреждающий знак нужен только там, где опасность возникает неожиданно для водителя. При начале движения по незнакомой дороге водитель внимательно ее изучает и у него складывается определенное впечатление о плане, профиле, ширине проезжей части и обочин, степени ровности покрытия и т.д. Если он убеждается, что все параметры дороги и уровень ее содержания позволяют двигаться с высокой скоростью, он начинает ехать быстрее. Если же наоборот, периодически встречаются нарушения ровности покрытия, участки с необеспеченной видимостью и другие опасности, водитель выбирает скоростной режим, соответствующий данным дорожным условиям. Иначе говоря, в сознании води-

теля формируется образ дороги, определяющий режим движения, которым можно назвать логикой данной дороги.

Так, если водитель едет по дороге с пилообразным продольным профилем, то наличие спуска после очередного подъема будет воспринято им как нечто само собой разумеющееся. А после спуска логично предположить наличие подъема и т.д. В этих условиях предупреждающие знаки "Крутой спуск", "Крутой подъем" - не нужны. И, наоборот, если водитель проехал по горизонтальной дороге, по плоскогорью несколько километров и адаптировался к этим легким условиям движения, спуск в долину может явиться для него опасной неожиданностью. В этом случае знак необходим.

Таким образом, предупреждающие знаки нужны только там, где нарушается логика дороги и усложняются условия движения.

Литература

I. В а с и л ь е в А.П. Состояние дорог и безопасность движения автомобилей в сложных погодных условиях.- М.: Транспорт, 1976.- 224 с.

УДК 625.711.812: 656.13

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СЛОЖНОСТИ РЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ

Б.С.Муртазин

Усть-Каменогорский строительно-дорожный институт

Горные дороги отличаются разнообразием сочетаний элементов плана и профиля, широким диапазоном изменения их параметров, при выборе которых решающее влияние оказывает, как правило, сложность рельефа местности. Степень сложности трассы горной дороги определяет ее транспортные качества и условия безопасности движения по ней. Несмотря на значительные трудности, возникающие при управлении автомобилем, сложные участки горных дорог характеризуются относительно небольшой аварийностью. Это обстоятельство не учитывается в настоящее время при оценке потенциальной опасности отдельных участков горных дорог для целей обоснования принятых проектных решений, а также организации безопасной

эксплуатации дорог.

Совместный анализ данных о дорожно-транспортных происшествиях (ДТП) и дорожных условиях на двухполосных автомобильных дорогах, расположенных в зоне мелко- и среднегорья (высота над уровнем моря в пределах 300-1500 м), позволил нам оценить степень опасности проезда в зависимости от сложности рельефа местности. Результаты анализа показали, что с усложнением рельефа местности относительные показатели аварийности имеют тенденцию к снижению (табл.I).

Таблица I

Зависимость степени опасности проезда от сложности рельефа местности

Показатели опасности проезда на I млн.авт.км	Категория сложности рельефа местности		
	2	3	4
Относительная аварийность	0,68	0,58	0,32
Ранено	0,48	0,6I	0,29
Убито	0,27	0,I2	0,I0

Оценка потенциальной опасности возникновения ДТП на горных дорогах затруднена, так как критерии количественной оценки дорожных условий в горной местности с точки зрения опасности проезда до сих пор не предложены. Использование для этих целей значений коэффициентов аварийности, изложенных в "Указаниях по организации и обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах" [I], дает противоречивые результаты, так как высокая потенциальная опасность проезда сложных участков горных дорог, прогнозируемая при оценке дорожных условий по методу коэффициентов аварийности, зачастую не подтверждается количеством ДТП в реальных условиях эксплуатации горных дорог.

Означает ли это, что существующие методы оценки дорожных условий с позиции безопасности движения, в частности, метод коэффициентов аварийности с количественными критериями оценки влияния отдельных параметров дороги, изложенными в ВСН 25-76, неприменимы к горным дорогам?

В этой связи нам представляется обоснованным использование существующей методики оценки проектных решений и условий безопасности движения, оправдавшей себя в многолетней практике проектирования и эксплуатации дорог, дополнив ее еще одним частным коэффициентом аварийности, учитывающим влияние сложности рельефа местности.

Предлагаемые значения коэффициента влияния сложности рельефа местности сведены в табл. 2.

Таблица 2

Категория сложности рельефа местности	2	3	4
Коэффициент влияния	I	0,85	0,5

Учет сложности рельефа местности позволяет объективно оценить степень опасности проезда по дороге, кроме того, появляется возможность идентификации количественных показателей пределов применимости тех или иных мероприятий по организации и повышению безопасности движения на дорогах, проложенных в местности с рельефом различной степени сложности.

Литература

I. Указания по организации и обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах. ВСН 25-76.- М.: Транспорт, 1977.- 175 с.

УДК 625.7 АНАЛИЗ РАСПАДЕНИЯ ГРУППЫ АВТОМОБИЛЕЙ НА ПЕРЕГОНЕ

В.В.Петров, Л.З.Шрайбер

СПКБ промышленной автоматики, г.Омск

Исследование процесса распадения группы автомобилей, вышедших с управляемого перекрестка, необходимо при оптимизации алгоритмов управления дорожным движением.

В [I] рассматривается модель распадения группы автомобилей, движущихся независимо один от другого и расположенных

в начальный момент на одной линии. Указанные допущения приемлемы для многополосных дорог с относительно низкой интенсивностью движения. Кроме того, предполагается, что время прибытия автомобилей в точку отсчета имеют одно и то же распределение.

Предположим, что время проезда i -м автомобилем перегона имеет равномерное распределение q_i [I]:

$$q_i(x)=\begin{cases}\dfrac{1}{b_i-a_i}, & x\in[a_i, b_i]\\ 0, & x\notin[a_i, b_i],\end{cases}$$

где a_i – минимальное время проезда перегона i -м автомобилем в группе; b_i – максимальное время проезда.

В соответствии с известными интервалами δ_i между автомобилями при разгрузке очереди имеем:

$$a_i = a_{i-1} + \delta_i \quad , \quad b_i = b_{i-1} + \delta_i .$$

По формуле Дейвида [2] определяется функция распределения $F(\omega)$ размаха выборки:

$$F(\omega) = \sum_{i=1}^{n} \int_{-\infty}^{\infty} q_i(x) \prod_{\substack{j=1\\ j\neq i}}^{n} [Q_j(x+\omega) - Q_j(x)]\,dx ,$$

где $Q_j(x)$ – функция распределения равномерного закона.

Размахом выборки в нашем случае является длительность прохождения группы автомобилей через сечение, расположенное в конце перегона:

$$F(\omega) = \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{b_i - a_i} \int_{a_i}^{b_i} \prod_{\substack{j=1\\ j\neq i}}^{n} [Q_j(x+\omega) - Q_j(x)]\,dx .$$

С помощью метода трапеций определено значение $F(\omega)$ для различных констант, найдены также средние значения длительности группы.

В таблице приведены значения плотности и функции распределения длительности группы автомобилей (для δ_1 = 4с, δ_2 = 3с, δ_3 = 3с, δ_4 = 3с, δ_5 =2с, δ_6 = 2с) [3] . Длина перегона L = 200 м, максимальная скорость равна I8м/с, минимальная – II м/с, n = 6.

На рис.I представлена временная зависимость средней длительности группы автомобилей от размаха скоростей для различного количества автомобилей.

На рис.2 приведена зависимость средней длительности группы от количества автомобилей в ней.

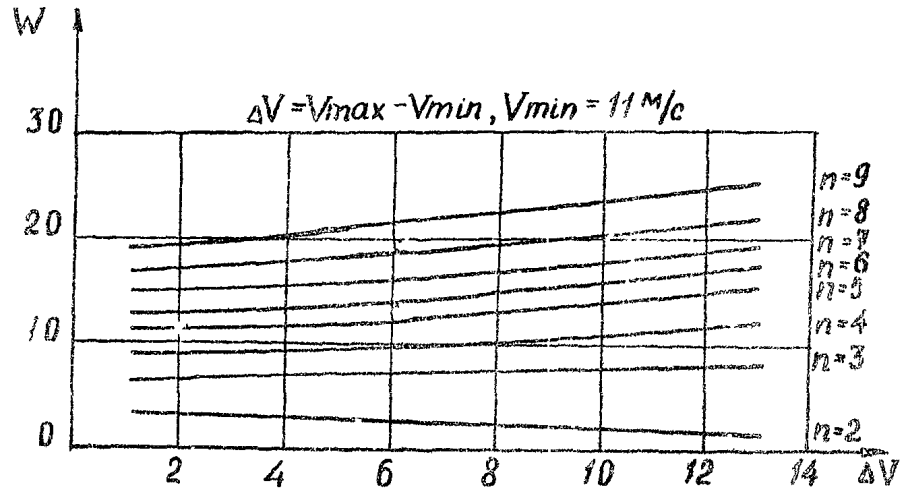


Рис.I. Временная зависимость средней длительности группы автомобилей от размаха скоростей

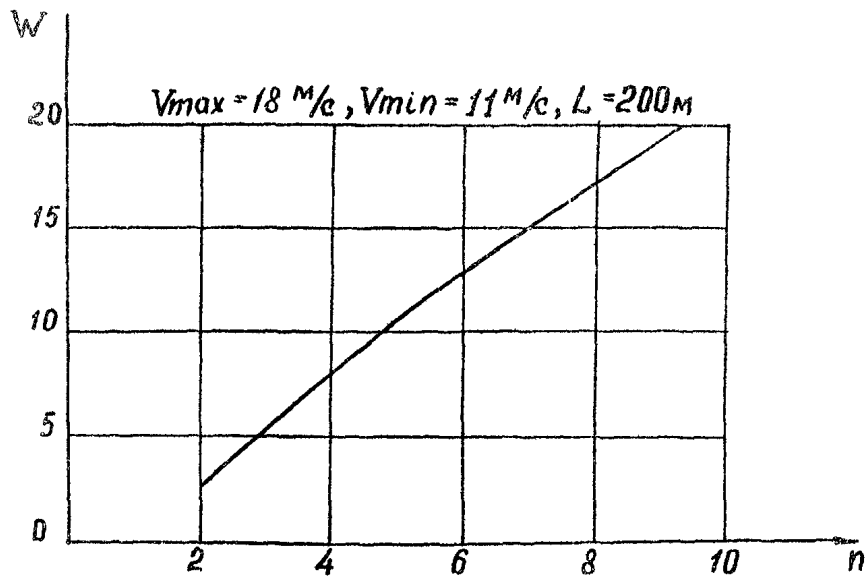


Рис.2. Зависимость средней длительности группы от количества автомобилей

$\omega\tau$	$F(\omega)$	$H(\omega)$	$\int \omega\, dF(\omega)$
0	0,000	0,000	-
2	0,000	0,000	-
4	0,000	0,000	-
6	0,011	0,006	-
8	0,081	0,035	-
10	0,264	0,092	12,204
12	0,546	0,141	-
14	0,807	0,130	-
16	0,958	0,075	-
18	1,000	0,021	-
20	1,000	0,000	-

Анализ результатов, представленных с помощью графиков, позволяет сделать вывод о том, что можно использовать предложенную зависимость для корректировки длительностей фаз и цикла управления на перекрестке в условиях координированного управления и избежать ошибок, возникавших при расчете по формулам, приведенным в [4].

Литература

1. Хилажев Е.Б., Шрайбер Л.З. Анализ распадания "пачки" автомобилей на перегоне //Вопросы проектирования автоматизированных систем управления транспортом: Сб.научн. тр. - Омск, 1976.- Вып.2.
2. Дейвид Г. Порядковые статистики.- М.: Наука, 1979.
3. Романов А.Г. Закономерности дорожного движения в городах.- М.: ВНИИБД МВД СССР, 1980.
4. Руководство по регулированию дорожного движения в городах.- М.: Стройиздат, 1974.

РЕЖИМЫ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ ПРИ МАНЕВРАХ НА ГОРОДСКИХ ЧЕТЫРЕХПОЛОСНЫХ МАГИСТРАЛЯХ

УДК 625.711.3

С.П.Крысин

Томский инженерно-строительный институт

С целью изучения режимов движения транспортных потоков по

городским магистралям были проведены исследования на четырехполосных участках дорог. Особое внимание при исследованиях режимов движения уделялось изучению процессов маневрирования автомобилей при смене полос движения. Экспериментальное изучение закономерностей движения при маневрах имеет большое практическое значение для разработки требований к геометрическим элементам дорог, а также для надежного моделирования транспортных потоков [I] .

Регистрация режимов движения при маневрах производилась с использованием ходовой психофизической лаборатории на базе автомобиля ГАЗ-24. При экспериментальных проездах у водителя автомобиля регистрировались электрокардиограмма (ЭКГ) и кожно-гальваническая реакция (КГР) при одновременной записи режима движения автомобиля по методике [2] . Образец записи показателей функционального состояния водителя и режимов движения показан на рис.I.

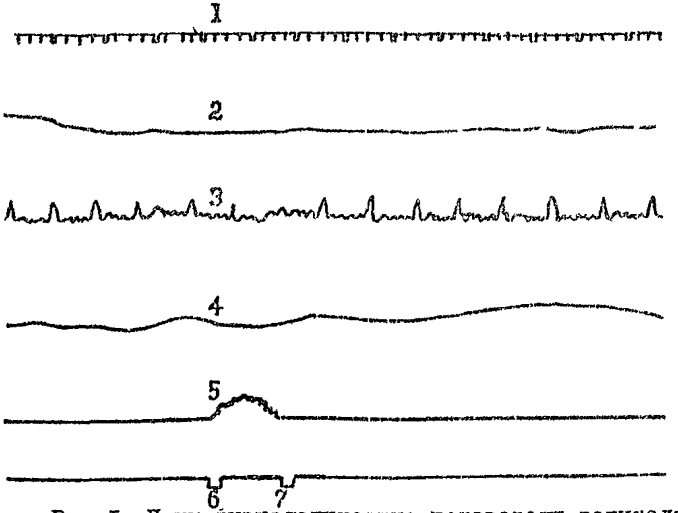


Рис.I. Психофизиологические показатели водителя и режимы движения на участке смены полосы движения: I- путь; 2- скорость; 3- ЭКГ; 4- КГР; 5- поперечное ускорение; 6 и 7- соответственно начало и конец маневрирования автомобиля

Анализ результатов исследований позволил установить характер распределения скоростей движения в момент начала маневра при смене полосы движения (рис.2,3). В качестве первой полосы рассматривалась внешняя полоса, в качестве второй – внутренняя по ходу движения транспортных потоков. Плотности распределения скоростей движения при смене полос с первой на вторую и со второй на первую описываются нормальным распределением Гаусса. При смене полос движения с первой на вторую скорости движения изменялись от 15 до 90 км/ч при математическом ожидании, равном 52 км/ч. При смене второй полосы на первую значения скоростей находились в пределах от 30 до 80 км/ч. Характер плотности распределения скоростей при этом имеет явно выраженную симметричность при математическом ожидании 54,1 км/ч.

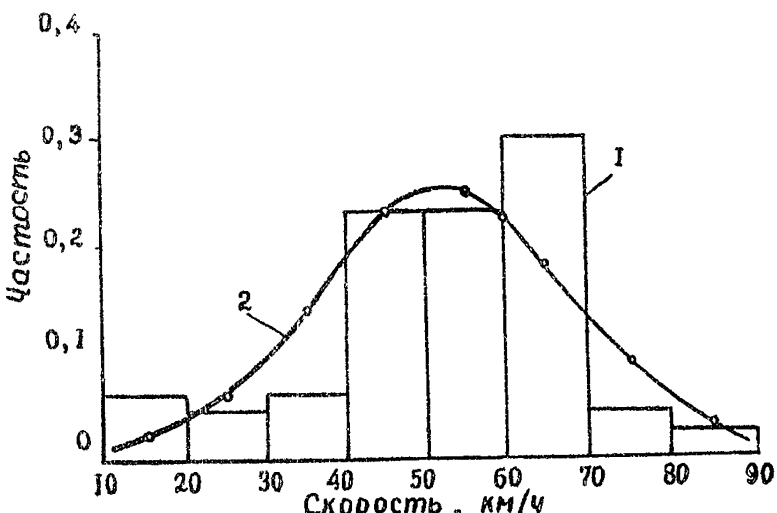


Рис.2. Распределение скоростей движения автомобилей при смене полосы движения с первой на вторую: 1– фактическое; 2– теоретическое

Для совершения маневров смены полосы автомобиль должен двигаться с некоторым ускорением, необходимым для выполнения маневра. Чем больше скорость движения автомобиля, тем меньше величина ускорения.

Выполненные исследования позволили выделить три типа ускорений при смене полос движения автомобилями для обоих видов

маневров: положительное, отрицательное и равное нулю. Характер ускорения автомобиля обуславливается состоянием транспортного потока и скоростью автомобиля, совершающего маневр. Так, для смены полосы с первой на вторую положительное ускорение необходимо при средней скорости движения автомобиля, равной V = = 47,5 км/ч, отрицательное при V = 61,2 км/ч и равное нулю при V = 55,3 км/ч, что подтверждает ранее высказанное предположение.

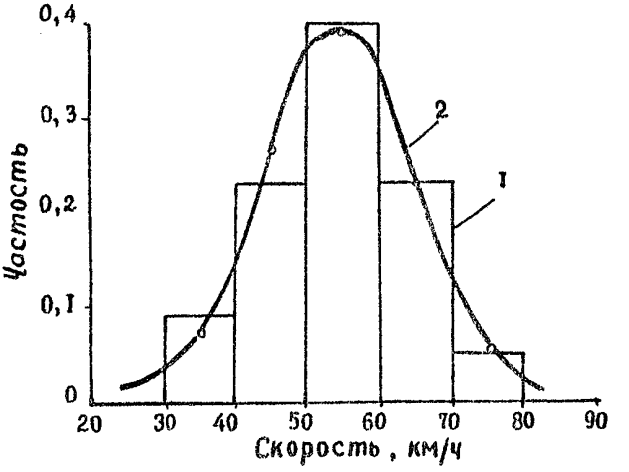


Рис.3. Распределение скоростей движения автомобилей при смене полосы движения со второй на первую: I- фактическое; 2- теоретическое

Результаты, полученные при анализе режимов движения автомобилей при маневрах на четырехполосных городских магистралях, могут быть использованы для дальнейшего изучения режимов движения на таких дорогах, а также при имитационном моделировании транспортных потоков на ЭВМ.

Литература

I. Лобанов Е.М. Проектирование дорог и организация движения с учетом психофизиологии водителя.- М.: Транспорт, 1980.- 311 с.

2. Сильянов В.В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения.- М.: Транспорт, 1977.- 303 с.

УДК 625.72

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ОБЪЕМОВ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОЭФФИЦИЕНТА РАЗВИТИЯ ТРАССЫ

И.А.Осиновская

Сибирский автомобильно-дорожный институт

Общеизвестно, что в зависимости от коэффициента развития трассы изменяются строительные затраты и текущие транспортно-эксплуатационные расходы. При этом, если часть строительных затрат $K_{дп}$ (устройство дорожной одежды, обустройство дороги и др.), а также текущие расходы для данной технической категории изменяются пропорционально длине трассы, то затраты на возведение земляного полотна и на устройство искусственных сооружений $K_{зи}$ зависят от параметров рельефа местности и поэтому для разных участков трассы они будут различными. Следовательно, объем работ на возведение земляного полотна для каждой технической категории зависит от коэффициента развития трассы K_L и параметра рельефа местности γ, т.е.

$$W_3 = f(K_L, \gamma) \qquad (I)$$

Для оценки зависимости (I) сделана выборка проектных данных и выполнено опытное проектирование локальных участков трассы на графических моделях местности. Выборка и опытное проектирование выполнены для четырех типов рельефа местности (слабохолмистый, средне- и сильнопересеченный, гористый) с предварительным вычислением их параметра. Общее количество опытных данных составило 114, в том числе для участков дорог I технической категории - 24, II - 32, III - 34 и для IУ - 24. При этом коэффициент развития трассы изменялся в зависимости от рельефа местности в пределах K_L = I,0I-I,I2 для I, K_L = I,0I-I,I6 для II, K_L = I,08-I,20 для III и K_L = I,04-I,3I для IУ технических категорий [I].

Затраты на устройство искусственных сооружений приняты согласно статистическим данным и показателям их удельного веса в общей стоимости строительства в зависимости от технической категории дороги и рельефа местности [2].

Для количественной оценки связи $W_3 = f(K_L, \gamma)$ произведен анализ парных и множественной корреляционных зависимостей.

Оценка парных корреляционных зависимостей выполнена для каждой технической категории дорог раздельно. В результате этого получены количественные связи между объемом земляных работ и искомыми параметрами рельефа местности и удлинения трассы.

На рис.I приведена зависимость $W_3 = f(\gamma)$, из которой следует, что с увеличением значений параметра рельефа, т.е. пересеченности местности, объем земляных работ на I км дороги увеличивается.

Обработка проектных данных позволила получить количественную расчетную связь, представленную обобщенной формулой

$$W_3 = a + b\gamma + c\gamma^2 , \qquad (2)$$

где a, b, c – коэффициенты уравнения, значения которых приведены в табл.I.

Показатели корреляционных связей, характеризуемые величинами коэффициентов корреляции в пределах $r = 0{,}75\text{–}0{,}92$ и приведенные графические зависимости на рис.I свидетельствуют о наличии достаточно тесной связи между объемами земляных работ и параметром рельефа местности.

Таблица I

Техническая категория дороги	Коэффициенты уравнения		
	a	b	c
I	26,068	I,005	$-I{,}55.I0^{-3}$
II	22,38	0,I49	$I{,}58.I0^{-3}$
III	II,476	0,325	$8{,}556.I0^{-5}$
IУ	I2,972	$-I{,}796.I0^{-2}$	$I{,}82.I0^{-3}$

Анализ экспериментальных данных позволяет установить области распределения объемов земляных работ в зависимости от технической категории дороги, характеристики рельефа местности и при-

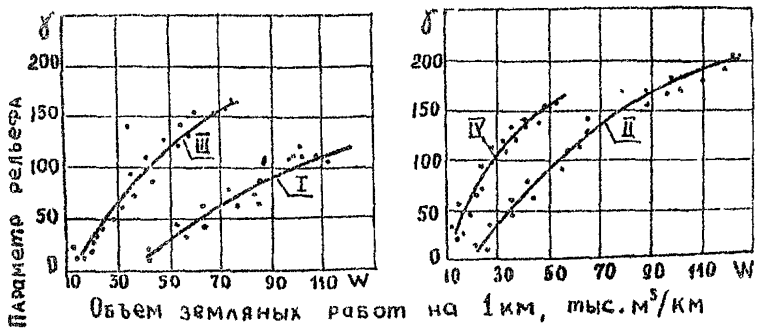


Рис.1. Зависимость $W = f(\delta)$ для I,II,III,IУ -технических категорий дороги

нятого коэффициента развития. На рис.2 приведены зависимости $W_3 = f(N_p ; K_L ; \delta)$

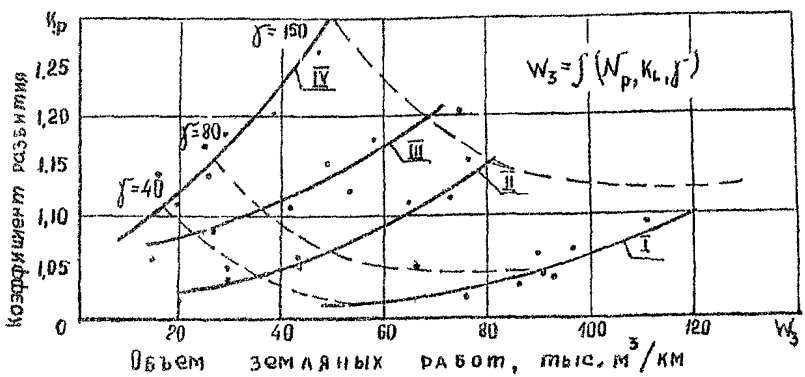


Рис.2. Оценка влияния технической категории дорог на величину объемов земляных работ

Для получения обобщенной характеристики связи объемов земляных работ с параметрами рельефа и трассы и возможности ее использования в аналитических расчетах получено уравнение регрессии $W_3 = f(K_L ; \delta)$

Решение задачи осуществлялось на основе программы, составленной для ЭВМ ЕС-1020.

В результате получено следующее уравнение в общем виде:

$$W_3 = a_0 + a_1 \cdot K_L + a_2 \delta , \qquad (3)$$

где a_0, a_1, a_2 – коэффициенты уравнения регрессии, значения которых приведены в табл.2.

Таблица 2

Техническая категория дороги	Значения коэффициентов регрессии		
	a_0	a_1	a_2
I	14,41	6,66	0,82
II	-152,19	173,33	0,22
III	-325,0	320,0	0,06
IV	-30,08	31,11	0,26

Анализ полученных уравнений регрессии по значениям коэффициентов множественной корреляции R_2, которые отражают тесноту связи между исследуемыми характеристиками, показал, что $R_2 = 0,91-0,98$ [3].

Результаты выполненного исследования позволяют разработать рекомендации по назначению рациональных значений параметров участка трассы в зависимости от рельефа местности и технической категории дороги, что является предметом дальнейших исследований.

Литература

1. Хомяк Я.В. Проектирование сетей автомобильных дорог.-М.: Транспорт, 1983.- 207 с.
2. Нормативы удельных капитальных вложений в строительстве автомобильных дорог общего пользования на период 1975-1980 гг. -М.: Гипродорнии, 1982.
3. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика.- М.: Высшая школа, 1972.- 412 с.

УДК 625.72

ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИКИ И КРИТЕРИЕВ ТРАССИРОВАНИЯ ДОРОГ НА ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ МЕСТНОСТИ

Ю.Б.Антонов, Т.Ю.Стремина

Сибирский автомобильно-дорожный институт

Ранее в [1,2] предложено, что оптимизация трассы дороги

возможна эвристическими методами, моделирующими алгоритм принятия решения человеком. Такой алгоритм можно представить шестью процедурами: 1- принятие к рассмотрению множества вариантов плана трассы; 2- предварительная оценка сложности рельефа каждого варианта. Методика оценки приведена в работе [3]. По этой методике рельеф характеризуется дисперсией отметок D_z и показателями частоты колебания отметок $m_{\ell n \omega}$ и дисперсией частоты $\delta^2_{\ell n \omega}$; 3- отбраковка вариантов с труднопреодолимыми формами (Т-формами) рельефа с целью сужения области поиска; 4- повышение жесткости критерия и повторная отбраковка вариантов. Сужение области поиска до 1-2 вариантов; 5- оптимизация параметров дороги по критерию строительных (а по мере разработки программы - по критерию суммарных) затрат для оставшихся вариантов; 6- принятие окончательного варианта дороги.

Такой алгоритм имитирует процесс поэтапного приближения к лучшему варианту и экономит машинное время, так как по мере ужесточения критерия (соответственно и увеличения времени для его вычисления) область поиска сужается.

Первая процедура выполняется исходя из следующих предположений: область поиска должна быть достаточно широкой и содержать полосу местности, по которой в дальнейшем ляжет оптимальный вариант; планы трассы соответствуют требованиям зрительной ясности и плавности, гладкости линии; план оптимальной трассы может быть получен из отдельных участков нескольких предварительно принятых планов.

Большое количество вариантов заставляет найти математически простую, с малыми затратами машинного времени, но надежную процедуру их отбраковки. Вид такой процедуры зависит от критерия отбраковки. Здесь предлагается принять критерием названные выше характеристики рельефа местности по трассе. Тогда методика трассирования и отбраковки может быть основана на следующем принципе: при равных гидрогеологических условиях оптимальная трасса проходит по полосе местности с минимальной дисперсией отметок и частотой их колебания при более широком спектре. Только на такой полосе можно получить наименьший объем земляных работ и обеспечить наибольшую оптимальную скорость движения транспортного потока, следовательно, и минимум суммарных затрат.

Этот очевидный принцип трассирования визуально по плану в горизонталях не является само собой разумеющимся для ЭВМ – она не представляет рельеф умозрительно. Нужен алгоритм трассирования. Для подтверждения принципа проводились эксперименты, пример которых можно увидеть на рис.I...3.

На участке местности с пересеченным рельефом произвольно принимают 6 трасс (см.рис.I), продольные профили земли (см.рис.2).

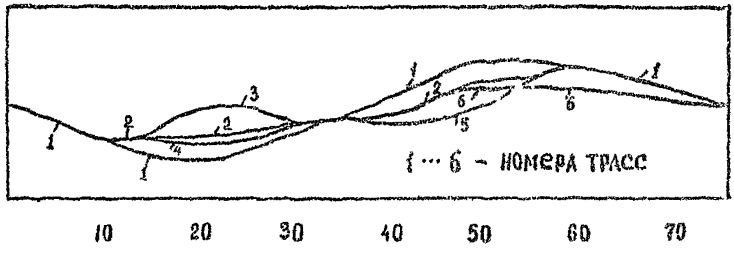


Рис.I. Планы трасс на экспериментальном участке I0...70 номера сечений местности, в которых определялись отметки земли

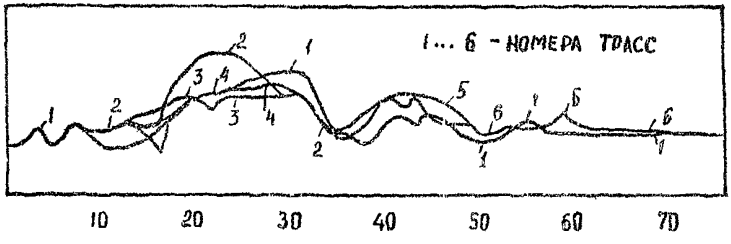


Рис.2. Продольные профили земли по трассам I...6

Между сечениями I7...34 I и 2-я трассы имеют Т-формы. Эти участки бракуются. Легкопреодолеваемые формы (Λ – формы) между этими сечениями имеют 3 и 4-я трассы. Следовательно, полоса оптимальной местности где-то здесь. Между сечениями 34...37 и 54 и 76 варьирование трассы влево-вправо мало изменяет перепад отметок, поэтому оптимальная полоса – кратчайшая. Итак, предварительным трассированием можно определить возможное сочетание участков земли с Λ -формами рельефа. Надо отметить, что отдельный участок земли не представляет собой Т – или

Λ – форму. Только их сочетание вдоль трассы определит – какой "вклад" в дисперсию отметок рельефа "внесет" каждый участок. Замечено, что местность можно разбить на отдельные полосы, в пределах которой изменение плана трассы не улучшает ее рельеф [I] . Поэтому оптимальную полосу местности можно составить участками, каждый из которых в сочетании с соседними имел бы Λ – форму. В итоге полученная полоса местности будет иметь минимальную дисперсию отметок.

Например, такая полоса получилась бы из участков трассы *I между сечениями* I...8 и 40...76, трассы 2 между 8...I5 и 30...46, трассы 4 между I5...30 (см.рис.I и 2).

Для окончательного выбора оптимальной полосы из отрезков трасс I...6 составлены новые трассы: а – из участков I,I,I,I; б – I,2,I,2,I; в – I,2,6,I; г – I,2,3,2,6,I; д – I,2,3,2,I; е – I,2,4,2,5,I; ж – I,2,4,6 (см.рис.I и 2). Для них определены параметры рельефа по программе "спектр", оптимальная скорость и запроектированы продольные профили дороги. Ограничения и норм. проектирования одинаковы.

Проекты составлены по программе H074 Воронежского филиала Гипродорнии. Спектры дисперсий рельефа по трассам приведены на рис.3.

В табл.I отражены проектные данные продольных профилей дороги.

Проектные данные профилей дороги

Параметр	Величины для профилей дороги						
	а	б	в	г	д	е	ж
Оптимальная скорость	54,3	55,5	56	55,6	55,6	55,6	56,I
Объем насыпи, тыс.м^3	34I	262	275	26I	26I	252	245
Объем выемки, тыс.м^3	625	457	523	435	435	402	372

Из данных рис.3 и таблицы видно, что оптимальная полоса местности соответствует трассе ж .

Об этом можно судить по всем трем критериям: показателям рельефа, оптимальной скорости, объему земляных работ. Самый

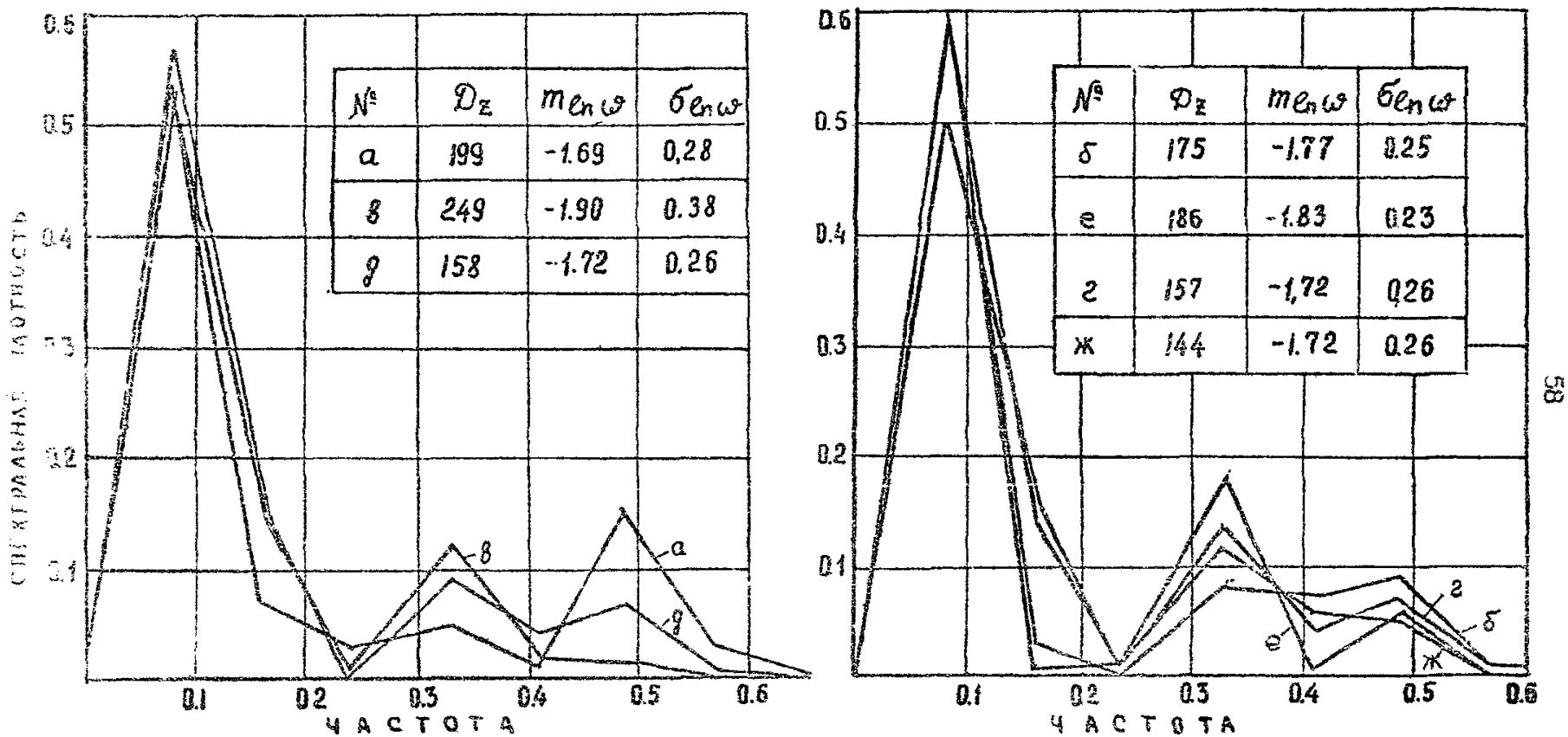


Рис.3. Эмпирические спектры дисперсий профилей земли а,б,в,г,д,е,ж

простой из них первый: вычисление дисперсии и параметров спектра одной трассы занимает в 60...100 раз времени меньше, нежели проектирование продольного профиля и подсчет объема работ. Поэтому показателей рельефа достаточно для выработки решения типа "хуже-лучше" относительно планов трасс и их отбраковки. Следовательно, первые три процедуры алгоритма трассирования должны быть основаны на количественной оценке рельефа.

Из трех параметров рельефа дисперсия отметок – определяющий. Вариант с большей дисперсией может быть отбракован без анализа его спектра.

Алгоритм, реализующий принятый принцип трассирования, обозначен на рис.4, в нем $\mathcal{D}, m, \delta$ параметры оптимальной поло-

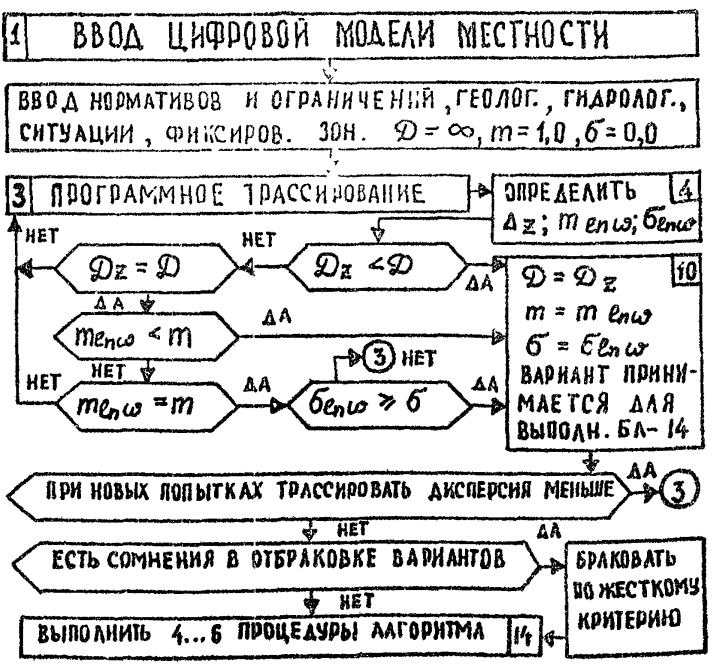


Рис.4. Алгоритм трассирования и браковки вариантов

сы местности. Смысл третьего блока алгоритма состоит в поиске

участков трассы, отметки которых вносят наибольший вклад в дисперсию и их обход. Трасса развивается в плане. Если это развитие не уменьшает дисперсию – принимается кратчайший путь и поиск вариантов заканчивается. В блоках 4 ... 10 определяются параметры рельефа трасс и их браковка. В блоке 10 варианты принимаются к дальнейшему анализу.

Поскольку решение по критерию земляных работ не отличается от решения по параметрам рельефа D, m, δ (см.табл.1 и рис.3), то повторная отбраковка вариантов и сужение области поиска может проводиться на основе критерия строительных затрат.

Литература

1. Антонов Ю.Б. К вопросу разработки метода оптимизации трассы дороги //Обоснование параметров дорожных конструкций в сложных природных условиях: Сб.науч. тр. Омск, ОмПИ, 1984. –С.66–72.
2. Струченков В.И., Карис Ю.С., Шварц П.С. Математические модели оптимизации в системе автоматизированного проектирования дорог//Автомобильные дороги.– 1980.– № 12.– С.23–24.
3. Антонов Ю.Б. Классификация рельефа местности при оценке качества дороги // Повышение качества строительства автомобильных дорог в Нечерноземной зоне РСФСР: Сб.науч..тр. – Владимир, 1981.– С.70–77.

УДК 625.7

НЕКОТОРЫЕ ФАКТОРЫ, ИЗМЕНЯЮЩИЕ ПРИРОДНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ г.ОМСКА

Н.И.Барац

Сибирский автомобильно-дорожный институт

Различные виды строительной и хозяйственной деятельности человека приводят к изменению геологической обстановки и формированию специфического комплекса инженерно-геологических процессов и явлений, которые необходимо учитывать при проектировании мероприятий по повышению прочности и устойчивости конструкций и при обосновании технико-экономических параметров

сооружений.

По характеру изменения геологических условий и причинности возникновения тех или иных процессов и явлений на территории г.Омска выделены следующие процессы и явления:

I. Процессы и явления, вызванные изменением напряженного состояния пород.

Под действием внешних статистических и динамических воздействий, а также в результате вскрытия пород открытыми выемками, котлованами, карьерами изменяется напряженное состояние пород. В основаниях дорожных насыпей, зданий и прочих сооружений происходит гравитационное уплотнение грунтов. Длительное уплотнение грунтов весом зданий сопровождается уменьшением пористости пород и, следовательно, осадкой зданий. Обычно осадки сооружений начинаются при закладке фундаментов, продолжаясь во время строительства и эксплуатации зданий. В несвязных песчаных породах они протекают быстро, в глинистых породах процесс осадки идет медленно.

В Омске повторные общегородские нивелировки стенных реперов 2 и 3 разрядов по отдельным зданиям города проводились в 1930 и 1957 гг. Распределение реперов на территории города крайне неравномерно. Данные о вертикальных смещениях геодезических знаков имеются лишь в центральной части города. Большая часть городской территории не охарактеризована нивелировками. Анализ результатов повторных нивелирок показал, что за 32-летний период отметки изменились в основном в сторону понижения.

Из 257 реперных знаков 81% составляют репера, имеющие отрицательные вертикальные смещения, вызванные не только действием статических и динамических нагрузок, но и других причин.

Динамические воздействия от движущегося транспорта вызывают уплотнение грунтов, наблюдаемое на проезжей части дорог, особенно не имеющих покрытия. Глубина уплотнения достигает 1,5 м. Вибрация машин и механизмов может вызвать явление тиксотропного разуплотнения. В Омске это явление мало изучено. По нашим исследованиям тиксотропными свойствами могут обладать водонасыщенные лессовидные суглинки. При рытье котлованов, вибропогружении и забивке свай и других работах, вызывающих нарушение структуры грунтов, прочность их может снижаться в 2-I2 раз. Процессы тиксотропного упрочнения не дают полного

восстановления прочности грунта. Коэффициент потери прочности в пределах I,4–2,7.

Естественное напряженное состояние пород в массиве нарушается также устройством карьеров, строительных котлованов, траншей для подземных коммуникаций и прочее. С производством открытых выемок связано развитие ряда инженерно-геологических процессов и явлений, по характеру свойственных природным склонам: выветривание пород, обнаженных выемками, оползни и обвалы в откосах выемок, пучение дна выемок, механическая суффозия, затопление выемок атмосферными и грунтовыми водами.

Верхняя часть геологического разреза г.Омска на большей части территории слагается лессовидными суглинками, к которым и приурочены искусственные поверхностные выемки и геологические процессы и явления антропогенного типа.

Среди искусственных выемок наибольшее распространение на территории города имеют карьеры. Эрозионные процессы и явления самые распространенные во всех карьерах, сложенных легкоразмываемыми лессовидными грунтами: борозды размыва, рытвины и прочее. При выветривании пород, обнаженных в бортах карьеров и котлованов происходит растрескивание пород на столбчатые отдельности и обрушение их.

2. ПРОЦЕССЫ И ЯВЛЕНИЯ, ВЫЗВАННЫЕ ИЗМЕНЕНИЕМ ПОДЗЕМНОЙ ГИДРОСФЕРЫ

Инженерно-хозяйственная деятельность человека существенно изменила естественные гидрогеологические условия на территории г.Омска. Важнейшую роль в этом процессе играют факторы, связанные с изменением рельефа и застройкой территории. Вследствие этого качественно изменена область питания грунтовых вод, стока и разгрузки. В результате на территории города наблюдается общая тенденция повышения уровня грунтовых вод. С повышением уровня грунтовых вод возникает ряд нежелательных геологических процессов и явлений: появление верховодки, заболачивание и подтопление территории, просадки лессовых пород, набухание и др.

Образование верховодки чаще всего бывает вызвано дефектами благоустройства домовых территорий, а также утечками водопроводных и канализационных сетей. С появлением верховодки связа-

ие подтопление подвальных помещений.

При повышении уровня грунтовых вод породы, находящиеся ниже уровня грунтовых вод, испытывают гидростатическое взвешивание, в результате происходит уменьшение веса вышележащих пород и понижение бытового давления. Уменьшение бытового давления сопровождается процессом набухания грунтов. В Омске гидратационное набухание наблюдается в аллювиально-озерных неогеновых глинах. В случае близкого залегания их от дневной поверхности гидратационное набухание сопровождается поднятием поверхности земли (гидратационное пучение). Многие малонагруженные здания, имеющие в основаниях неогеновые глины, испытывают положительные деформации: дом по ул. Куйбышева № 61 имеет деформацию – 9 мм; по ул. Лермонтова № 93 – 6 мм; баня по ул. Пушкина – 13 мм и др. О набухании глинистых пород неогена при их увлажнении можно судить также по результатам геодезических наблюдений за грунтовыми реперами. Репера заложены на глубине 3,5 м. В основании близко залегают неогеновые глины. Из 26 грунтовых реперов 16 реперов, расположенных на застроенной территории, имеют положительные перемещения, и 10 реперов, расположенных на незастроенной территории, перемещений не имеют. Застройка территорий влечет за собой изменение режима влажности грунтов и режима грунтовых вод. Очевидно, повышение влажности неогеновых глин на застроенной территории вызвало их набухание и, как следствие, поднятие поверхности земли.

Искусственное обводнение пород на территории г.Омска, сопровождающееся повышением уровня грунтовых вод, уменьшает зону аэрации. Это, в свою очередь, оказывает значительное влияние на режим грунтовых вод.

3. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ЯВЛЕНИЯ, ВЫЗВАННЫЕ ИЗМЕНЕНИЕМ СТОКА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

К числу наиболее ярко выраженных явлений, вызванных нарушением естественного стока атмосферных вод относится овражная эрозия, образование промоин и заболачивание, оползни и оплывины на склонах. Распашка в городской черте земель под огороды, сбрасывание сточных вод в овраги, отставание темпов благоустройства от темпов строительства вновь осваиваемых районов также способствует эрозии и росту оврагов. Наиболее часто описываемые

явления встречаются на правом берегу р.Оми. На высоких крутых берегах Оми можно наблюдать зияющие трещины отрыва крупных земляных блоков.На берегах р. Иртыша в пределах городской черты овраги ликвидированы.

Итак, на территориях,подверженных интенсивному воздействию человека,природные условия осложняются формированием своего комплекса инженерно-геологических процессов и явлений.Это требует прогнозирование изменения естественных геологических условий,а выбор и обоснование технико-экономических параметров сооружений необходимо давать с учетом изменений геологической обстановки.

УДК 625.76.004.58

ОЦЕНКА ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД МАГИСТРАЛЬНЫХ УЛИЦ г.ТОМСКА

Н.Н.Сидоренко

Томский инженерно-строительный институт

Бурное развитие г.Томска в последнее десятилетие и связанное с ним резкое увеличение грузовых и пассажирских перевозок предъявляют более высокие требования к эксплуатационным качествам улично-дорожной сети (УДС) города.

Обеспечение более благоприятных условий для движения транспорта с повышением эффективности его работы и снижением уровня ДТП возможно лишь на основе всесторонних и достоверных данных об эксплуатационном состоянии УДС и условиях движения транспортных потоков на ней во времени и пространстве.

С этой целью с 1983 г. на основной сети магистральных улиц города проводятся систематические обследования основных технико-эксплуатационных показателей: прочности дорожных одежд,ровности сцепных качеств покрытий.

Оценка прочности дорожных одежд проводилась в период наибольшего ослабления конструкции,который для условий г.Томска приходится на май месяц.Полевые испытания прочности выполнялись в соответствии с общепринятой методикой [I] с применением длиннобазового прогибомера КП-204. Одновременно с замером

упругих прогибов определялась влажность грунтов основания путем отбора проб из основания на глубине 0,75–1, 0 м от низа дорожной одежды. Расчетные значения модуля упругости дорожной одежды находились по формуле [2]

$$E_p = E_\Phi \frac{W_\Phi}{W_p}, \qquad (1)$$

где E_Φ – модуль упругости дорожной одежды в период испытания, МПа; W_Φ – влажность грунтов основания в долях от предела текучести в период испытания дорожной одежды; W_p – расчетное значение влажности грунта земляного полотна. Для г.Томска $W_p = 0,86$ [2].

Сопоставление величин фактического и требуемого модуля упругости дорожной одежды показало, что на основной сети магистральных улиц коэффициент запаса прочности превышает единицу и отвечает требованиям движения транспортного потока по прочности. Причем прочностные показатели дорожных одежд улиц общегородского значения существенно выше показателей улиц районного значения и по данным испытаний 1985 г. имеют средневзвешенные значения коэффициентов прочности соответственно $K_{пр\,г} = 1,59$, $K_{пр} = 1,16$.

Анализ результатов обследований показал, что на магистральных улицах районного значения наряду с участками с высокой прочностью дорожной одежды встречаются участки большой протяженности, не удовлетворяющие требованиям по прочности (таблица). Доля таких участков в 1985 г. составила 32,7%.

Результаты испытания прочности дорожных одежд некоторых улиц г.Томска

Название улицы	E_Φ, МПа	$\frac{W_\Phi}{W_p}$	E_p, МПа	$K_{пр}$	Среднее квадрат. отклон. σ	Коэфф. вариации V_F
ул.Красноармейская	656,5	0,52	341,4	21,37	140	0,41
пр.Кирова	726,3	0,44	319,6	1,35	179	0,56
ул.Пушкина	1225,0	0,57	698,5	2,79	454	0,65
Иркутский тракт	822,8	0,54	444,3	1,88	271	0,61
ул.Мичурина	504,2	0,55	277,3	1,19	122	0,44
уч.Ивановского	185,0	0,67	124,0	0,57	73	0,59

Окончание таблицы

Название улицы	$E_ф$, МПа	$\frac{W_ф}{W_р}$	$E_р$, МПа	$K_{пр}$	Среднее квадратическое отклонение σ	Коэффициент вариации V_E
ул.Б.Куна	949,3	0,43	408,3	I,76	200	0,49
ул.Рабочая-I	470,5	0,60	282,3	I,28	240	0,85
ул.Шевченко	540,5	0,74	400,0	I,64	I67	0,40
ул.Баумана	342,4	0,6I	208,9	0,96	II7	0,56

Наиболее низкие модули упругости дорожной одежды отмечены на ул. Ивановского, ул.Учебной, имеющих коэффициенты запаса прочности соответственно $K_{пр}$ = 0,57 и $K_{пр}$ = 0,72. Инструментальные и визуальные обследования состояния улиц города за ряд лет показали во многих случаях при наличии высокой прочности одежды интенсивное накопление остаточных деформаций, разрушений покрытия. Примером являются Иркутский тракт, ул.Пушкина, Красноармейская, Рабочая-I и др. Коэффициент запаса прочности на Иркутском тракте колеблется на различных перегонах в пределах $K_{пр}$ = I,8-3,2I. Однако ровность покрытия по толчкомеру имеет показатели I95-256 см/км и является неудовлетворительной. Аналогичная картина на ул.Пушкина, Рабочей-I. При коэффициентах запаса прочности одежды на этих улицах $K_{пр}$ = I,25-2,92 ровность составляет I78-262 см/км, что также не удовлетворяет требованиям движения транспорта.

Для анализа причин разрушения дорожных одежд используются статистические оценки. В частности, значение коэффициента вариации V_E позволяет судить о равнопрочности и надежности дорожной одежды участков или всей улицы. Считается, что равнопрочность достаточна при коэффициенте вариации V_E, не превышающем 0,I8 [3]. Средние значения статистических оценок для некоторых улиц представлены в таблице. Анализ результатов обследований прочности показал, что дорожные одежды УДС г.Томска отличаются высокой неравнопрочностью. Из I9 обследованных улиц в I985 г. ни одна не отвечает требованиям равнопрочности, а значит, и не обеспечивает гарантию качества на запан-

ный межремонтный срок.

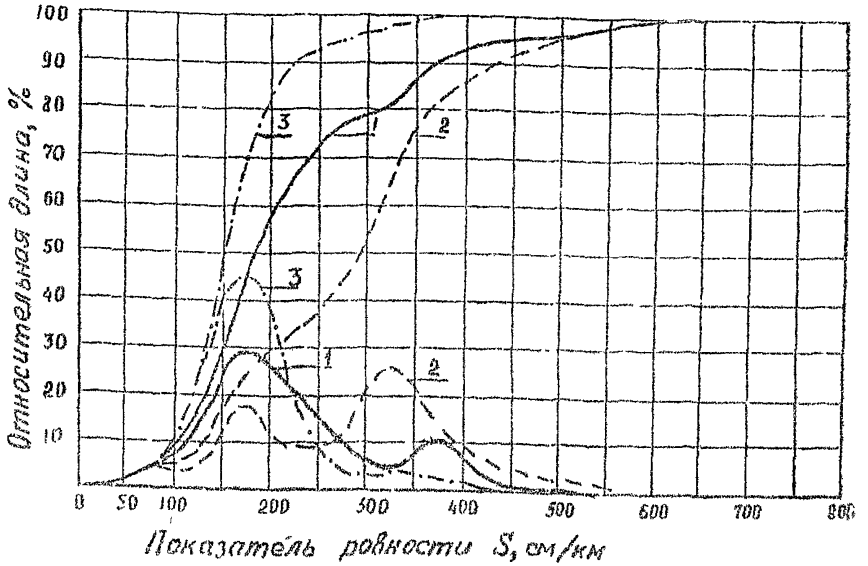
Высокие значения коэффициентов вариации являются следствием неоднородности толщин конструктивных слоев, качества дорожно-строительных материалов, разнообразия грунтовых и гидрологических условий, сложности природно-климатических условий г.Томска.

Одновременно с оценкой прочности выполнялось определение ровности дорожных покрытий улиц. Оценка ровности производилась с помощью толчкомера по общепринятой методике с использованием испытательных автомобилей РАФ-2203, ВАЗ-2102. С целью стандартизации результаты испытаний приводились к данным для автомобиля ГАЗ-21 "Волга".

Анализ данных испытаний ровности покрытий улиц в 1985 г. показал в целом низкие показатели качества покрытий на УДС (рисунок). Очень существенным недостатком уличной сети является отсутствие участков с отличным состоянием покрытия. Анализ всей сети магистральных улиц общегородского значения (см.рисунок, кумулятивная кривая I) показывает, что только 6,5% протяженности имеют хорошую ровность покрытия, 47% удовлетворительную, 46,5% имеют недопустимые деформации и требуют проведения ремонта.

Состояние магистральных улиц, дорог районного значения еще хуже. На этой сети доли участков с неудовлетворительным состоянием уже составляет 61,5%, с удовлетворительным 30% и хорошим 8,5%.

Анализ кривых распределения ровности (см.рисунок, кривые I,2) указывает на то, что дорожно-эксплуатационные службы не обеспечивают своевременное проведение ремонтов дорожных одежд. Это наглядно иллюстрирует наличие двух пиков в кривых распределения ровности. Дорожно-эксплуатационные организации больше внимания уделяют на повышение качеств улиц общегородского значения. Несмотря на то, что на этих улицах преобладающая ровность составляет 175 см/км, имеется значительная часть протяженности (более 10%) с очень низким показателем ровности, равным 375 см/км. Это и является упущением, недоработкой дорожных организаций. Еще хуже складывается обстановка на улицах районного значения. На этих улицах наибольший вес (40%) имеют участки с неудовлетворительной ровностью в пределах 325 – –375 см/км и лишь 17,5% с показателем ровности, равным 175см/км.



Состояние ровности дорожных покрытий улиц и дорог г.Томска: I,2,3- кумулятивные кривые соответственно для магистральных улиц общегородского значения, районного значения и участков дорожной одежды с цементобетонным основанием; I,2,3 - кривые распределения соответственно для магистральных улиц общегородского, районного значения и участков дорожной одежды с цементобетонным основанием

Как показала практика, повышение технико-эксплуатационных показателей улиц в г.Томске в основном осуществляется за счет капитального ремонта. Капитальным ремонтом достигается повышение прочностных показателей одежды, что связано со значительными капиталовложениями. В условиях ограничения средств финансирования и производственных мощностей указанный ремонт не обеспечивает требуемых линейных объемов ремонтных работ и при высокой существующей прочности дорожных одежд нерационально обеспечивать восстановление или повышение эксплуатационных качеств покрытий проведением капитального ремонта. Поэтому более рациональным является обеспечение требуемых эксплуатационных качеств ви-

полнением среднего ремонта путем устройства нового слоя износа методом поверхностной обработки или покрытия из тонкого слоя асфальтобетона [4] .

Исходя из этого, для приведения состояния дорожной сети города в соответствии с требованиями транспортного потока дорожно-эксплуатационным организациям необходимо значительно увеличить объемы на выполнение средних ремонтов.

В последнее десятилетие в УДС города значительно увеличилась протяженность асфальтобетонных покрытий с цементобетонным основанием. Обследования ровности улиц с данными конструкция и (рисунок, кривые 3,3′) показали более высокие технико-эксплуатационные показатели по сравнению с другими типами нежестких дорожных одежд. Средняя ровность указанных конструкций составляет 153 см/км по толчкомеру, что на 31 см/км лучше показателя ровности для усовершенствованных капитальных типов покрытии нежестких дорожных одежд улиц общегородского значения и на 140 см/км улиц районного значения. Преимущество жестких дорожных одежд особенно ощутимо на участках со сложными грунтово-гидрологическими условиями, с пучинистыми, пылеватыми грунтами с близким уровнем грунтовых вод.

Исследования эксплуатационных показателей улиц свидетельствуют, что прочность дорожных одежд соответствует требованиям интенсивности и составу движения. Однако дорожные конструкции характеризуются высокой неравнопрочностью и низкими показателями ровности покрытий. Обусловлено это низкими значениями несущей способности земляного полотна из-за высокой влажности грунтов, неоднородностью толщин конструктивных слоев, качества дорожно-строительных материалов, сложностью природно-климатических условии, отсутствием морозозащитных и дренирующих слоев, несвоевременным выполнением ремонтных работ. Для повышения ровности дорожных покрытий на УДС Управлению дорожного строительства и благоустройства необходимо значительно увеличить финансирования на выполнение средних ремонтов дорожных одежд улиц.

Литература

1. Апестин В.К., Шак А.М., Яковлев Ю.М. Испытания и оценка прочности дорожных одежд.- М.: Транспорт, 1977. 102 с.

2. Ефименко В.Н. Результаты исследования прочности нежестких дорожных одежд на улицах г.Томска//Проектирование, строительство, ремонт и содержание автомобильных дорог и мостов в условиях Сибири:- Сб.науч. тр.- Томск, 1984.- - С.22-26.
3. Повышение надежности автомобильных дорог /Под ред. И.А.Золотаря.- М.: Транспорт, 1977.- 183 с.
4. Технические правила содержания и ремонта городских дорог.- М.: Стройиздат, 1977.- 77 с.

УДК 625.7

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ ПОКАЗАНИЯМИ ТОЛЧКОМЕРА И ТРЕХМЕТРОВОЙ РЕЙКИ

О.А.Красиков

Казахский филиал Союздорнии

Контроль ровности дорожных оснований и покрытий в процессе строительства осуществляют согласно СНиПу Ш. 40-78 с использованием трехметровой рейки. Чтобы применить в этом случае толчкомер, который более оперативен в работе, необходимо располагать нормами ровности по данному прибору, увязанными с требованиями к ровности по рейке.

Взаимосвязь между показаниями толчкомера и трехметровой рейки изучалась многими авторами. При этом в качестве аргумента уравнения регрессии использовались различные показатели: сумма просветов под рейкой (укладываемой по полосам наката), отнесенная к длине контролируемого участка - I км; среднее значение просветов под рейкой; максимальный просвет, определяемый с заданной надежностью при одностороннем ограничении и др. Наиболее тесная корреляционная связь достигнута при использовании первого из перечисленных показателей ровности. Объясняется это тем, что в данном случае и функция и аргумент представляют собой сумму вертикальных смещений, отнесенную к длине участка I км (показание толчкомера - сумма вертикальных перемещений кузова автомобиля относительно заднего моста в сантиметрах, трехметровой

рейки – сумма высот просветов под рейкой в миллиметрах). Иначе говоря, оба показателя – это тангенс угла прямоугольного треугольника, образованного отрезком вертикальных перемещений и отрезком длины контролируемого участка дороги.

Следует отметить, что несмотря на достаточно тесную корреляционную связь, ни одно из установленных уравнений регрессии не может быть использовано для перехода от требований к ровности по трехметровой рейке к нормам по толчкомеру. Это связано со сложностью задания требований к ровности по рейке: не менее 95% всех измерений просветов не должны превышать установленный предел (3,5,7,10 или 15 мм, первое условие); остальные измерения не должны превышать двукратной величины того же предела (второе условие).

Исходя из условий задания требований к ровности по рейке можно заключить, что для перехода к нормам ровности по толчкомеру необходимо в качестве аргумента искомой функции принять количество измерений просветов в процентах, превышающих установленный предел, с ограничением на выборочную совокупность измерений по второй части сформулированных требований. Данный показатель применялся в исследованиях Казфилиала Союздорнии, проведенных с целью обоснования норм ровности дорожных покрытий в период строительства с использованием показаний толчкомера.

В соответствии с методикой экспериментальных работ на выбранных участках дорог с различными видами оснований и покрытий (таблица) проводились измерения ровности с использованием трехметровой рейки и толчкомера, установленного на базовом автомобиле УАЗ-452 В. Общее количество измерений на 92 участках дорог составило 16000 просветов под трехметровой рейкой и 520 показаний толчкомера.

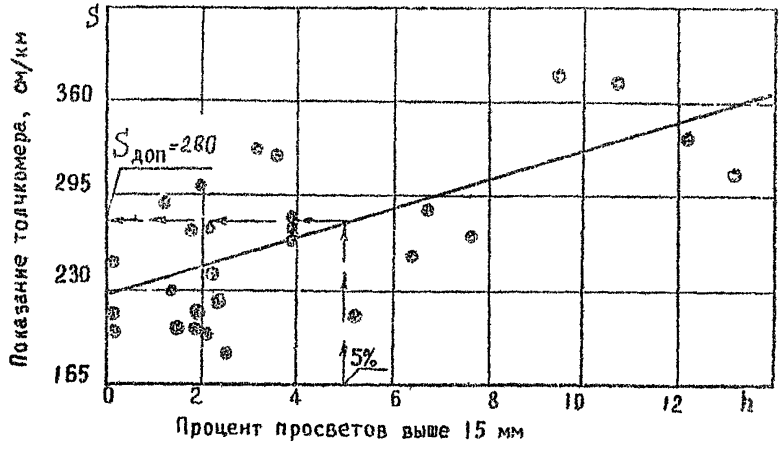
На первом этапе экспериментальных работ рейку укладывали вотык по условным полосам наката. Затем была проверена возможность и доказана целесообразность использования выборочного метода систематического отбора для назначения мест приложения рейки. Суть данного метода заключается в случайном выборе первого места приложения рейки и последующего назначения мест через равные отрезки пути с чередованием условных полос наката. Независимо от длины контролируемого участка количество приложений рейки должно быть не менее 23 (115 просветов).

В результате обработки экспериментальных данных установлены уравнения регрессии следующего вида:

$$S = a \cdot h_p + b \,, \qquad (I)$$

где S – показание толчкомера при скорости движения базового автомобиля УАЗ-452В 50 км/ч и нагрузке в кузове не более 2,5 кН, см/км; h_p – количество просветов в процентах, превышающих предел p ($p = 3 \ldots 15$ мм); a и b параметры уравнения регрессии (см.таблицу).

В качестве примера на рисунке представлено поле корреляции между величинами S и h_p и аппроксимирующая прямая, построенная по уравнению (1) для щебеночных и гравийных оснований и покрытий. Коэффициент корреляции 0,7 свидетельствует о наличии удовлетворительной связи.



Корреляционная связь между показаниями толчкомера и трехметровой рейки на щебеночных и гравийных основаниях и покрытиях. Стрелками показан порядок графического определения допустимого значения ровности $S_{доп}$ по толчкомеру

Задаваясь допустимым количеством просветов h_{15} = 5%, превышающих 15 мм (но не более 30 мм), и используя уравнение (I) с соответствующими значениями параметров, получено допустимое значение показания точкомера $S_{доп}$ = 280 см/км. Графическое

Параметры уравнения (I) и установленные нормы ровности дорожных оснований и покрытий в период строительства с использованием показаний толчкомера ТХК-2

Техническая категория дороги. При использовании комплекта машин с автоматической системой задания вертикальных отметок и без нее	Параметр h_p, % (р-предел, мм)	Значения параметров уравнения (I)		Коэффициент корреляции	Допустимое значение ровности по толчкомеру при h_p = 5%, $S_{доп}$, см/км
		a	b		
I. Щебеночные, гравийные и шлаковые основания и покрытия. Основания из каменных материалов, обработанных неорганическими вяжущими					
Для дорог I, II и III категорий:					
с автоматикой	h_5	I,6I	I82	0,3	I90
без автоматики	h_{10}	7,76	I67	0,63	205
Для дорог IУ и У категорий	h_{15}	I0,2	229	0,7	280
II. Основания и покрытия из грунтов, каменных материалов, гравийно-песчаных и щебеночно-песчаных смесей, укрепленных органическими и неорганическими вяжущими					
Для дорог I, II и III категорий:					
с автоматикой	h_6	I,5I	87	0,5	95
без автоматики	h_7	I,84	I02	0,53	II0
Для дорог IУ и У категорий	h_{10}	2,42	II0	0,3	I20
III. Асфальтобетонные покрытия:					
с автоматикой	h_3	3,7	2I	0,76	40
без автоматики	h_5	7,59	20	0,76	60

определение величины $S_{доп}$ показано на рисунке.

По аналогии получены допуски $S_{доп}$ для других видов оснований и покрытий (см.таблицу).

Отдельные уравнения связи имеют низкие значения коэффициентов корреляции. В связи с этим установленные нормы ровности проверялись на практике. Проверка показала, что ошибка в принятии неверного решения по оценке ровности дорожных оснований и покрытий толчкомером (в сравнении с трехметровой рейкой) составляет в среднем 8%. Учитывая вероятностный характер определения ровности покрытия как трехметровой рейкой, так и толчкомером, установленную ошибку можно считать допустимой.

Полученные нормы ровности вошли в подготовленную "Инструкцию по оценке ровности дорожных покрытий толчкомером" (ВСН 21-84, Минавтодор КазССР, 1985, 23 с.).

УДК 625.711.2

ОЦЕНКА ПОТЕРЬ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ РАЗВИТИЯ ДОРОЖНОЙ СЕТИ

Р.И.Чернов

Сибирский автомобильно-дорожный институт

Для определения эффективности мероприятий по развитию дорожной сети в сельской местности учитываются прямые и косвенные потери в сельском хозяйстве, в социально-бытовой сфере, величина которых зависит от уровня развития дорог, от местоположения сельскохозяйственных предприятий относительно баз снабжения и сбыта продукции.

В практике учета потерь от бездорожья широкое распространение получили два методических подхода: дифференцированный и комплексный. При дифференцированном учете потери классифицируются на отдельные виды, затем по различным формулам определяются величины каждого вида потерь и суммируются.

Такой подход требует проведения длительных и трудоемких экономических изысканий.

Более того, собранные большими усилиями материалы через некоторое время теряют свою практическую ценность, что требует проведения обследования вновь.

Поэтому в последние годы стали изучать влияние дорожных условий на показатели эффективности сельскохозяйственного производства (комплексный учет потерь).

Установлено, что между уровнем развития сети дорог и удельной валовой продукцией сельского хозяйства существует прямая зависимость. С возрастанием уровня развития благоустроенной дорожной сети происходит увеличение продуктивности сельскохозяйственного производства [1].

Как отмечается в исследовании [2], при определении потерь сельского хозяйства от бездорожья следует взять за основу сельскохозяйственные предприятия, находящиеся в наихудших условиях, и определять не потери, а дополнительный доход во всех других хозяйствах. Такой подход позволяет комплексно учесть потери сельскохозяйственных предприятий в зависимости от уровня развития дорожной сети. Потери определяются как "утраченная выгода" сельскохозяйственных предприятий, находящихся в худших дорожных условиях по сравнению с хозяйствами, имеющими благоустроенную сеть дорог.

Таким образом, для определения потерь сельскохозяйственных предприятий в зависимости от уровня развития дорожной сети и их местоположения необходимо выполнить следующее:

- установить показатель для оценки уровня развития дорог сельскохозяйственных предприятий;
- найти показатель, характеризующий экономическую эффективность производства продукции сельского хозяйства;
- получить статистическую информацию, необходимую для расчета принятых показателей и установить математическую зависимость между ними.

Показателем для оценки уровня развития сети, учитывающим транспортно-эксплуатационные качества дорог, принимается средневзвешенная по объему перевозок среднегодовая скорость [3].

Величина средневзвешенной среднегодовой скорости определяется по формуле

$$V_{ср} = \frac{K \cdot V_1 \cdot V_2 \cdot V_3 \cdots V_K (W_1 + W_2 + W_3 + \cdots + W_K)}{W_1 V_2 V_3 \cdots V_K + W_2 V_1 V_3 \cdots V_K + W_3 V_1 V_2 \cdots V_K + W_K V_1 V_2 V_3 \cdots V_{K-1}}, \quad (1)$$

где $V_1, V_2, V_3, \ldots, V_K$ – соответственно среднегодовые скорости движения по дорогам (участкам) $1, 2, 3, \ldots, K$, используемым

перевозках; $W_1, W_2, W_3, \ldots, W_n$ – соответственно объемы перевозимых грузов по дорогам (участкам) 1,2,3,..., n, величина которых определяется в результате экономических обследований или расчета по методике [4].

Показателем экономической эффективности сельскохозяйственного производства рекомендуется [2] использовать удельный валовой доход как один из основных экономических показателей социалистического воспроизводства.

В качестве информации, необходимой для расчета принятых показателей, использовались данные проектов землеустройства и землепользования колхозов и совхозов, инвентаризации внутрихозяйственных дорог, годовых отчетов форм № 12-сх "Производство и себестоимость продукции растениеводства", № 13-сх "Производство и себестоимость продукции животноводства", № 4-сх "Реализация продукции", а также непосредственного обследования хозяйств. Целью обследования являлось уточнение отдельных показателей производственно-хозяйственной деятельности в разрезе объектов (грузообразующих и грузопотребляющих точек), технического состояния дорожной сети и транспортного оборудования, а также социального развития путем экспертных оценок. Всего в анализе учитывались данные 62-х сельскохозяйственных предприятий Омской обл., расположенных во II, III и IV дорожно-климатических зонах по отраслям растениеводства и животноводства.

В качестве показателя, характеризующего экономическую эффективность производства продукции сельского хозяйства, может быть принят расчетный показатель, учитывающий удельный валовой доход и транспортно-эксплуатационные расходы, приходящиеся на одну тонно-километр перевезенного груза. Расчетный показатель определяется по формуле

$$\mathcal{L} = \frac{ВП - МЗ}{W \cdot \mathcal{L}} - S \quad , \qquad (2)$$

где $ВП$ – стоимость основной и побочной продукции, производимой на объекте (грузоточке), тяготеющем к дороге, руб.;
$МЗ$ – стоимость израсходованных средств на производство основной и побочной продукции, руб.; W_i – объем грузов, завозимых на объект или вывозимых с объекта в течение года, т; $\mathcal{L}$ – расстояние транспортировки грузов от объекта до баз снабжения и сбыта продукции, км; S – себестоимость транспортировки 1 т.км

груза с учетом технического состояния дорог, руб./т.км, определяемой по методике [3] .

Рассчитанные значения показателя, учитывающего удельные валовой доход и транспортно-эксплуатационные расходы по растениеводству (выращивание зерновых, силосных, сенокосных культур, кормовых корнеплодов) и животноводству (производство говядины и молока) рассматривались в зависимости от дорожных условий, оцениваемых среднегодовой скоростью. Эта связь в общем виде запишется:

$$d = f(\bar{V}) \qquad (3)$$

Поля корреляции исследуемых величин представлены на рис.I.

Для характеристики тесноты и формы связи вычислялись коэффициенты прямолинейной корреляции и корреляционные отношения, которые приведены в табл.I.

Таблица I

Отрасли производства сельскохозяйственной продукции	Значение прямолинейной корреляции	Значение корреляционного отношения
Растениеводство, выращивание культур:		
зерновых	0,6I0	0,864
силосных	0,72I	0,899
сенокосных	0,702	0,729
кормовых корнеплодов	0,659	0,744
Животноводство, производство:		
говядины	0,596	0,809
молока	0,607	0,932

Как видно из табл.I, значения корреляционных отношений по растениеводству и животноводству превышают величину коэффициентов прямолинейной корреляции. Поэтому в качестве основного уравнения принимается нелинейное, имеющее следующий общий вид:

$$d = A' + B'V + C'\sqrt{V}. \qquad (4)$$

В результате аппроксимации расчетных данных получены значения регрессионных коэффициентов, приведенных в табл.2.

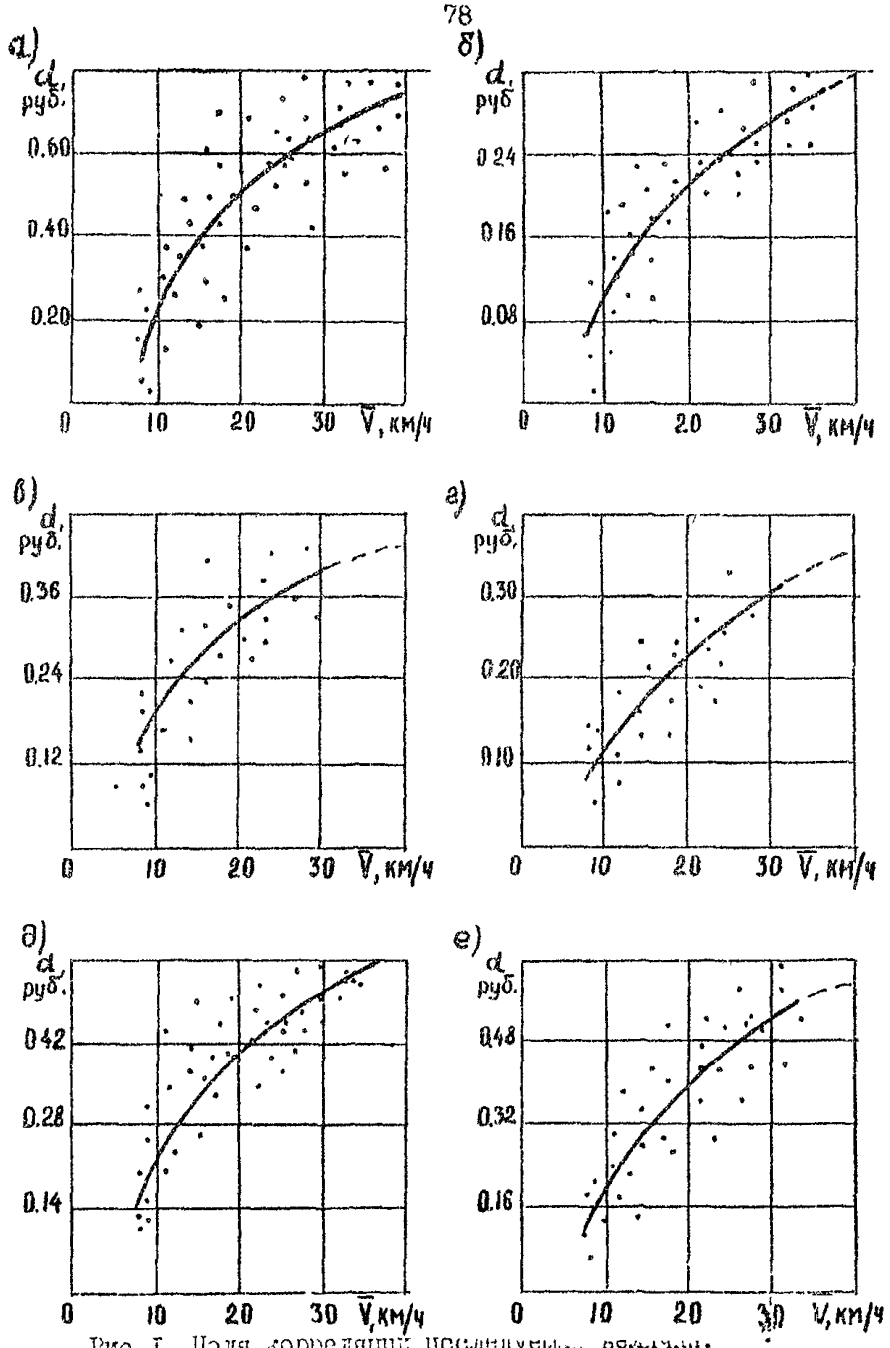


Рис. I. Поля корреляций последующих величин по выращиванию культур-зерновых (а), силосных (б), сенокосных (в), кормовых корнеплодов (г); производство говядины (д), молока (е)

Таблица 2

Отрасли производства сельскохозяйственной продукции	Значения коэффициентов регрессии		
	A'	B'	C'
Растениеводство, выращивание культур:			
зерновых	-I,007	-0,0330	0,485
силосных	-0,353	-0,0126	0,183
сенокосных	-0,373	-0,0157	0,227
кормовых корнеплодов	-0,260	-0,0088	0,145
Животноводство, производство:			
говядины	-0,506	-0,0188	0,268
молока	-0,560	-0,0163	0,288

Проверка на адекватность уравнений по критерию Фишера и значимости коэффициентов регрессии по критерию Стьюдента показала, что расчетные значения F, t превышают табличные. Интервалы варьирования составляют от 8 до 38 км/ч.

Учитывая цель исследования, представим расчетный показатель характеризующий удельные валовой доход с вычитом транспортно-эксплуатационных расходов в виде показателя удельных потерь в сельскохозяйственном производстве:

$$П = d\ (\bar{V}=60) - d\ , \qquad (5)$$

где $П$ – показатель удельных потерь в сельскохозяйственном производстве, руб.; $d\ (\bar{V}=60)$ – значения показателя d при среднегодовой скорости 60 км/ч; d – показатель, определяемый по формуле (4).

В настоящем исследовании сделано допущение, что при качестве дорог, обеспечивающих среднегодовую скорость транспортного потока $\bar{V}$ = 60 км/ч, потери сельского хозяйства будут сведены к минимуму и близки нуло. Эта скорость, по мнению многих исследований, близка к оптимальной с технической, экономической позиции и позиции психофизиологии водителей.

Таким образом, в результате преобразования зависимостей (4) и (5) получим следующую формулу:

(6)

Значения коэффициентов уравнения приведены в табл.3.

Таблица 3

Отрасли производства сельскохозяйственной продукции	Значения коэффициентов уравнения (6)		
	A	B	C
Растениеводство, выращивание культур:			
зерновых	I,78	0,0330	-0,485
силосных	0,66	0,0I26	-0,183
сенокосных	0,82	0,0I57	-0,227
кормовых корнеплодов	0,60	0,0088	-0,I45
Животноводство, производство:			
говядины	I,I0	0,0I88	-0,288
молока	I,25	0,0I63	-0,288

Анализ удельных потерь сельского хозяйства и стоимости валовой продукции Западной Сибири показал, что между ними существует достаточно высокая корреляционная связь. В результате аппроксимации связи с известной степенью приближения получена зависимость

$$П = BП^{0,65}(0,082 + 0,0015\overline{V} - 0,022\sqrt{\overline{V}}). \qquad (7)$$

Выполненные расчеты с использованием формул (6) и (7) показали, что относительная ошибка на всем интервале варьирования переменных не превышает I5%.

Таким образом, в результате проведенных исследований потерь сельского хозяйства от уровня развития дорожной сети, получены зависимости, которые могут быть применены в оптимизационных расчетах развития дорожной сети в сельской местности Западной Сибири.

Литература

I. Романцова Н.Я. Исследование и разработка методов определения влияния автомобильных дорог на эффективность сельскохозяйственного производства: Дис.канд.экон.наук.-М.: 1979.- I45 с.

2. Прокоз Е.О. Совершенствование транспортного обслуживания сельского хозяйства региона на основе оптимизации развития внутрихозяйственных дорог колхозов и совхозов: Дис. канд. техн. наук.- М., МАДИ, 1984.- 132 с.

3. Чернов Р.Н. Обоснование параметров сельскохозяйственных дорог //Обоснование параметров конструкций дорожных одежд в сложных природных условиях: Сб. науч. тр.- Омск, ОмПИ, 1984.

4. Чернов Р.Н. Методика определения объёмов грузоперевозок и интенсивности движения на сельскохозяйственных дорогах Западной Сибири.-Омск, 1985.- 13 с.

О Г Л А В Л Е Н И Е

Каганович В.Е. Анализ влияния коэффициента экономической эффективности на достоверность технико-экономических обоснований 4

Пашкин В.К., Созонов В.А. Эффективность повышения технического уровня сети автомобильных дорог в сельскохозяйственных районах 7

Маевский А.А., Пронькин Г.С. Режимы движения автомобилей в зимнее время 15

Гриценко А.Д., Гейдт А.А. Исследование формирования грузопотоков на сетях автомобильных дорог промышленных узлов 19

Грико А.В. Оценка скорости движения транспортных потоков на головных участках автомобильных магистралей 27

Майорова Л.П. Анализ изменений скорости движения в зависимости от типа покрытий 31

Токарев А.А., Муртазин Б.С. Использование автомобилями ширины проезжей части горных дорог 34

Маевский А.П. К вопросу о восприятии водителями предупреждающих дорожных знаков 39

Муртазин Б.С. Оценка влияния сложности рельефа местности на безопасность движения 42

Петров В.В., Шрайбер Л.З. Анализ распадения группы автомобилей на перегоне 44

Крисин С.П. Режимы движения автомобилей при маневрах на городских четырехполосных магистралях 47

Осиновская И.А. Исследование изменения объемов земляных работ в зависимости от коэффициента развития трассы 51

Антонов Ю.Б., Стремина Т.Ю. Обоснование методики и критериев трассирования дорог на цифровой модели местности 54

Барац И.И. Некоторые факторы, изменяющие природные геологические условия г.Омска 60

Сидоренко Н.П. Оценка технико-эксплуатационных показателей дорожных одежд магистральных улиц г.Томска 64

Красиков О.А. Исследование взаимосвязи между показаниями толчкомера и трёхметровой рейки..... 70

Чернов Р.Н. Оценка потерь сельского хозяйства в зависимости от уровня развития дорожной сети..... 74

УДК 625.7

Анализ влияния коэффициента экономической эффективности на достоверность технико-экономических обоснований. К а г а н о в и ч В.Е.//Технико-экономическое обоснование параметров автомобильных дорог. Омск, ОмПИ, 1986.- С.4-7.

Приведен анализ учета коэффициента экономической эффективности в экономических расчетах в зависимости от принятой схемы критерия суммарных приведенных затрат.

При ограниченном сроке суммирования затрат рекомендуется введение коэффициента в зависимости от исходных данных. Библ.4.

УДК 625.7

Эффективность повышения технического уровня сети автомобильных дорог в сельскохозяйственных районах. П а ш к и н В.К., С о з о н о в В.А.//Технико-экономическое обоснование параметров автомобильных дорог. Омск, ОмПИ, 1986.- С.7-15.

На примере обоснования развития сети дорог сельского района показана экономическая эффективность стацийного устройства дорожных одежд с учетом получаемого эффекта в сельскохозяйственном производстве. Библ.5.

УДК 625.711

Режимы движения автомобилей в зимнее время. М а е в с к и й А.А., П р о н ь к и н Г.С. //Технико-экономическое обоснование параметров автомобильных дорог. Омск, ОмПИ, 1986.- С.15-19.

Рассматриваются скоростной и траекторный режимы автомобилей в зимнее время. Показано влияние снежного наката и отрицательных температур воздуха на условия движения. Ил.4, библ.2.

УДК 625.7

Исследование формирования грузопотоков на сетях автомобильных дорог промышленных узлов. Г р и ц е н к о А.Д., Г е й д т А.А. //Технико-экономическое обоснование параметров автомобильных дорог. Омск, ОмПИ, 1986.- С.19-27.

Рассматривается гипотеза о связи между показателями основной деятельности отраслей специализации промышленных узлов и численностью ее интенсивности движения автомобильного транспорта на дорожной сети ПУ. На фактических данных показано сущест-

вование связи и возможности применения расчетных зависимостей в практических расчетах. Табл.2, библ.2.

УДК 625.72

Оценка скорости движения транспортных потоков на головных участках автомобильных магистралей. Г р и к о А.В.//Технико-экономическое обоснование параметров автомобильных дорог.Омск, ОмПИ, 1986.- С.27-31.

На основе теории случайных функций получены и проанализированы зависимости оценок скорости движения транспортных потоков на головных участках автомобильных магистралей с учетом характеристики дорожных условий коэффициентом помехонасыщенности. Ил.1, библ.1.

УДК 625.7

Анализ изменения скорости движения в зависимости от типа покрытий. М а й о р о в а Л.П. //Технико-экономическое обоснование параметров автомобильных дорог. Омск, ОмПИ, 1986.-С.31-34.

Представлены результаты наблюдений технических скоростей движения автомобилей на дорогах с различными типами покрытий.

Проведен анализ влияния дорожных условий на формирование скоростей движения. Ил.1.

УДК 625.711.812: 656.13

Использование автомобилями ширины проезжей части горных дорог. Т о к а р е в А.А., М у р т а з и н Ь.С. // Технико-экономическое обоснование параметров автомобильных дорог. Омск, ОмПИ, 1986.- С.34-38.

Приведены результаты экспериментальных наблюдений за движением автомобильного транспорта для обоснования параметров поперечного профиля горных дорог с учетом изменения продольного уклона и обеспечения безопасности движения. Ил.3, табл.1.

УДК 625.711

К вопросу о восприятии водителями предупреждающих дорожных знаков. М а е в с к и й А.П. //Технико-экономическое обоснование параметров автомобильных дорог. Омск, ОмПИ,1986.-- С.39-42.

Анализируется степень восприятия водителями отдельных предупреждающих знаков, установленных на дорогах и приведены рекомендации о их сокращении. Библ.I.

УДК 625.7

Оценка влияния сложности рельефа местности на безопасность движения. М у р т а з и н Б.С. //Технико-экономическое обоснование параметров автомобильных дорог. Омск, ОмПИ, 1986.- С.42-44.

На основании анализа данных учета дорожно-транспортных происшествий установлена количественная оценка влияния рельефа местности на назначение коэффициента аварийности, что позволяет уточнить обоснование параметров автомобильных дорог. Табл.2, библ.I.

625.7II.8I2

Анализ распадения группы автомобилей на перегоне. П е т р о в В.В., Ш р а й б е р Л.З. //Технико-экономическое обоснование параметров автомобильных дорог. Омск, ОмПИ, 1986, - С.44-47.

На основе анализа процесса движения автомобилей рекомендуется методика, позволяющая корректировать условия дорожного движения, а следовательно,и изменение параметров дороги. Ил.2, табл.I, библ.4.

УДК 625.7II.3

Режимы движения автомобилей при маневрах на городских четырехполосных магистралях. К р ы с и н С.П. //Технико-экономическое обоснование параметров автомобильных дорог. Омск, ОмПИ, 1986.- С.47-5I.

Представлены результаты исследования режимов движения автомобилей при маневрах на городских четырехполосных магистралях. Рассмотрен характер распределения скоростей при сменах полос движения. Ил.3, библ.2.

УДК 625.7

Исследование изменения объемов земляных работ в зависимости от коэффициента развития трассы. О с и н о в с к а я И.А. //Технико-экочомическое обоснование параметров автомобильных дорог. Омск, ОмПИ, 1986.- С.51-54.

Приводятся результаты исследования по оценке связи объемов земляных работ с количественными показателями рельефа местности и длины трассы для различных технических категорий дорог. Ил.2, табл.2, библ.3.

УДК 625.72

Обоснование методики и критериев трассирования дорог на цифровой модели местности. Антонов Ю.Б., Стремина Т.Ю. //Технико-экономическое обоснование параметров автомобильных дорог. Омск, ОмПИ, 1986.- С.54-60.

Предложен алгоритм выбора полосы местности с минимальной дисперсией отметок. Обоснованы критерии выбора плана трассы на разных этапах оптимизации параметров дороги. Ил.4, табл.1, библ.3.

УДК 625.7

Некоторые факторы, изменяющие природные геологические условия г.Омска. Барац Н.И. //Технико-экономическое обоснование параметров автомобильных дорог. Омск, ОмПИ, 1986. - С.60-64.

Приводятся искусственные и природные факторы, способствующие развитию инженерно-геологических процессов, нарушающих естественные геологические условия. Отмечается необходимость учета указанных изменений при обосновании прочности и устойчивости дорожных сооружений.

УДК 625.76.004.58

Оценка технико-эксплуатационных показателей дорожных одежд магистральных улиц г.Томска. Сидоренко Н.И. //Технико-экономическое обоснование параметров автомобильных дорог. Омск, ОмПИ, 1986.- С.64-70.

Приведены результаты испытаний прочности дорожных одежд и ровности покрытий магистральных улиц г.Томска. Показаны возможные причины высокой неоднородности по прочности дорожных одежд и низкого качества по ровности покрытий. Табл.1, рис.1, библ.5.

УДК 625.7

Исследование взаимосвязи между показаниями толчкомера и трехметровой рейки. Красиков О.А. //Технико-эконо-

мическое обоснование параметров автомобильных дорог. Омск, ОмПИ,1986. - С.70-74.

Приводятся установленные уравнения корреляционной связи между показаниями толчкомера ТХК-2 и требованиями к ровности дорожных оснований и покрытий по трёхметровой рейке.Предлагаются полученные на этой основе нормы ровности дорожных оснований и покрытий по толчкомеру.Рис.I,табл.I.

УДК 625.7II.2

Оценка потерь сельского хозяйства в зависимости от уровня развития дорожной сети. Ч е р н о в Р.Н.// Технико-экономическое обоснование параметров автомобильных дорог.Омск,ОмПИ,1986.-С.74-8I.

На основе статистических и экспертных данных развития отдельных объектов и технического состояния дорог сельскохозяйственных предприятий получены зависимости для определения комплексных потерь сельского хозяйства от уровня развития дорожной сети.Зависимости могут быть использованы для оптимизационных расчетов планирования развития сельскохозяйственных дорог. Рис.I,табл.3,библ.4.

Технико-экономическое обоснование
параметров автомобильных дорог

Сборник научных трудов

Темплан 1986 г., поз. 1412

X X X

Редактор И.И.Косенкова

Подписано к печати 29.08.86 1986 г. ПД 00558
Формат 60x84 1/16. Бумага писчая. Оперативный
способ печати. Усл.п.л. 5,0 , уч.-изд.л. 5,0 .
Тираж 250 . Заказ 365 . Цена 35 коп.

X X X

Редакционно-издательский отдел Сибирского ордена
Трудового Красного Знамени автомобильно-дорожного
института им. В.В.Куйбышева, 644099, Омск, Ленина, 3

Межвузовская типография ОмПИ
644050, Омск, пр.Мира, II

gost.e-ecolog.ru