

УДК 69.003:658.15(2):725.3

Зав. кафедрой В.В. Гасилов,
доцент М.А. Карпович
(Воронежский государственный архитектурно-строительный университет)
кафедра экономики и основ предпринимательства. тел. (473) 271-54-00
E-mail: v_gasilov@mail.ru

Head of the department V.V. Gasilov,
associate Professor M.A. Karpovich
(Voronezh state university of architecture and civil engineering)
Department of economy and the basics of entrepreneurship. phone (473) 271-54-00
E-mail: v_gasilov@mail.ru

Количественная оценка инвестиционного проекта создания или реконструкции объекта транспортной инфраструктуры

Quantitative assessment of the investment project creation or renovation transport infrastructure

Реферат. В статье предложена методика определения количественной оценки инвестиционного проекта создания или реконструкции объекта транспортной инфраструктуры, учитывающая влияние как транспортного, так и внетранспортного эффекта. К числу наиболее значимых социально-экономических результатов модернизации и развития сети автомобильных дорог федерального и регионального значения относятся: повышение уровня и улучшение и улучшение социальных условий жизни населения; активизация экономической деятельности; снижение транспортной составляющей в цене товаров и услуг; сокращение негативного влияния транспортно-дорожного комплекса на окружающую среду. Моделирование токсических выбросов загрязнителей для транспортного потока позволяет оптимизировать состав дорожного движения при реконструкции действующих инфраструктурных объектов по критерию минимизации экологического ущерба. Кинематическая модель движения транспортного потока, позволяющая выразить параметры токсического загрязнения окружающей среды через непосредственно наблюдаемые величины, основана на концепции клеточных автоматов, дополненной параметрами, регламентирующими организацию дорожного движения. Необходимо определить параметры движения так, чтобы средняя скорость потока находилась в оптимальном интервале (60 – 90) км/час. Оптимизация столь многокритериальной задачи требует сбора и анализа обширной и разнородной информации следующих видов: топографической, демографической, социальной, экономической, экологической, транспортной. Как следует из результатов расчетов, дозы всех видов токсического воздействия, приходящихся на единицу длины дороги, значительно возрастают при падении средней скорости транспортного потока. Таким образом, моделирование токсических выбросов транспортного потока позволяет, с одной стороны, оптимизировать дорожное движение при сложившейся инфраструктуре и, с другой стороны, оптимизировать проекты строительства и реконструкции инфраструктурных объектов.

Summary. The paper proposes a method of determining the quantitative assessment of the investment project of reconstruction of the facility or transport infrastructure, taking into account the impact on both the vehicle and non-transport effect. Among the most significant socio- economic benefits of modernization and development of the road network of the federal and regional significance include: improving and improving and improving the social conditions of the population , increased economic activity , reduction of transport costs in the price of goods and services, reducing the negative impact of transport and road complex environment. Modelling of toxic pollutant emissions for the transport stream to optimize road to reconstruct existing infrastructure by minimizing environmental damage. Kinematic model of traffic flow, which allows to express the parameters of toxic pollution through directly observable quantities, based on the concept of cellular automata , augmented parameters governing the organization of traffic. Necessary to determine the parameters of motion so that the average flow rate was in the optimal range (60 - 90) km / h. Multicriteria optimization problem so requires collecting and analyzing vast and diverse information of the following types: topographic, demographic, social, economic, environmental, transport. As follows from the calculations, the doses of all types of toxic effects, per unit length of the road, increase significantly in the fall an average speed of traffic flow. Thus, modeling of toxic emissions transport stream allows one hand to optimize the traffic in the existing infrastructure and, on the other hand, to optimize the construction and reconstruction of infrastructure.

Ключевые слова: инвестиционный проект, оптимизация транспортного потока, минимизация выбросов автотранспорта.

Keywords: investment project, the optimization of the traffic flow, minimizing vehicle emissions.

© Гасилов В.В., Карпович М.А., 2014

Транспорт наряду с другими инфраструктурными отраслями обеспечивает базовые условия жизнедеятельности общества, являясь важным инструментом достижения социальных, экономических и внешнеполитических целей. Устойчивое развитие транспорта является гарантией единства экономического пространства, свободного перемещения товаров и услуг, конкуренции и свободы экономической деятельности, обеспечения целостности России и ее национальной безопасности, улучшения условий и уровня жизни населения.

Как известно, государственные институты, при формулировке требований к общественному товару (в частности - объектам инфраструктуры), сопоставляют предельные общественные выгоды, лежащие в основе коллективного спроса на него, и предельные общественные издержки, лежащие в основе предложения общественных благ. При этом, как выгоды, так и издержки имеют весьма разнообразные (социально-экономические, экологические и др.) формы. Как указано в работе [1], существующая методика [2] оценки эффективности инвестиционных проектов, претендующих на получение господдержки, не предусматривает количественную оценку эффективности реализации проекта для государства. Однако, в действующей методике расчета показателей и применения критериев эффективности региональных инвестиционных проектов [2] отсутствует возможность прозрачной конкурентной борьбы по критерию «Бюджетная эффективность инвестиционного проекта» среди проектов и частных инвесторов-инициаторов за бюджетные средства. В ней не учтены, например, бюджетные затраты на лечение, соцобеспечение и реабилитацию населения, проживающего в зоне токсического и шумового загрязнения окружающей среды транспортным потоком.

Оценка соответствия регионального инвестиционного проекта стратегии социально-экономического развития субъекта Российской Федерации осуществляется на основе оценки положительных социальных эффектов, связанных с реализацией регионального инвестиционного проекта. При этом в существующих методиках не конкретизируются методы количественной оценки эффективности реализации проекта для государства. Такой односторонний и субъективный подход не позволяет осуществить комплексную оптимизацию проекта. В противоположность столь одностороннему подходу программа развития транспорта предполагает мно-

гофакторную оценку социально-экономической и экологической эффективности.

Оценивается транспортный эффект, отражающий прямые выгоды для лиц, пользующихся автомобильными дорогами, получаемые в результате улучшения дорожных условий. Этот эффект учитывает экономию затрат на эксплуатацию транспортных средств, сокращение времени нахождения в пути, повышение эффективности использования транспортных средств, снижение риска дорожно-транспортных происшествий и повышение комфортности движения и удобств в пути следования. Транспортный эффект в стоимостном выражении определяется, исходя из изменения показателей себестоимости перевозок, экономических потерь от дорожно-транспортных происшествий, а также стоимостной оценки экономии времени поездки и ресурсов за счет ускорения оборачиваемости автомобилей.

Внетранспортный эффект определяется на основе оценки влияния совершенствования и развития сети автомобильных дорог федерального и регионального (межмуниципального) значения на социально-экономическое развитие страны и экологическую обстановку. К числу наиболее значимых социально-экономических результатов модернизации и развития сети автомобильных дорог федерального и регионального (межмуниципального) значения относятся:

- повышение уровня и улучшение социальных условий жизни населения;
- активизация экономической деятельности, содействие освоению новых территорий и ресурсов, расширение рынков сбыта продукции;
- снижение транспортной составляющей в цене товаров и услуг;
- улучшение транспортного обслуживания сельского хозяйства и населения, проживающего в сельской местности, за счет строительства подъездов к сельским населенным пунктам по дорогам с твердым покрытием;
- создание новых рабочих мест;
- сокращение негативного влияния транспортно-дорожного комплекса на окружающую среду.

Оптимизация столь многокритериальной задачи требует сбора и анализа обширной и разнородной информации следующих видов: топографической, демографической, социальной, экономической, экологической, транспортной.

Рассмотрим вначале негативные влияния автотранспортного потока на окружающую среду. Особую актуальность эта задача приобретает в соответствии с подпрограммой "Авто-

мобильные дороги" федеральной целевой программы "Развитие транспортной системы России (2010 - 2015 годы)". В ней указано, что для достижения цели по повышению комплексной безопасности и устойчивости транспортной системы в области автомобильных дорог необходимо решить задачи, связанные с повышением надежности и безопасности движения на автомобильных дорогах федерального значения, а также обеспечением устойчивого функционирования дорожной сети и транспортной безопасности дорожного хозяйства. Это позволит также сократить вредное воздействие автомобильного транспорта на окружающую среду и в целом обеспечить устойчивость функционирования транспортной инфраструктуры.

В значительной мере негативные влияния автотранспортного потока определяется токсическим загрязнением окружающей среды. Как показано в работе [3], токсическое загрязнение окружающей среды транспортными средствами определяется следующими факторами:

1. Типом двигателя.
2. Используемым топливом.
3. Режимом работы.

Резкая зависимость состава и мощности токсического выброса от режима работы двигателя требует для описания воздействия транспортного потока на окружающую среду определения кинематическую модели его движения. Кинематике транспортных потоков посвящена обширная литература [4, 5]. Однако все современные модели либо дают лишь качественное описание реальной кинематики движения, либо требуют для своей реализации значительных, в большинстве случаев недоступного, объема информации в режиме реального времени. Свободный от этих недостатков алгоритм может быть основан на концепции клеточных автоматов фон-Неймана [6].

Сформулируем кинематическую модель движения транспортного потока, позволяющую выразить параметры токсического загрязнения окружающей среды через непосредственно наблюдаемые величины. Данная модель основана на концепции клеточных автоматов, дополненной следующими положениями:

1. Движение транспортного средства на всех этапах является равнопеременным.
2. В пределах населенных пунктов транспортный поток является плотным.
3. Скорости и ускорения всех транспортных средств плотного потока определяются характеристиками наименее динамичных участников.

4. За пределами населенных пунктов средние кинематические характеристики движения отдельных участников определяются только их техническими характеристиками.

5. Все участники движения соблюдают ПДД и, в частности скоростные режимы и дистанции.

В рамках этих предположений зависимость пути S_i , пройденного отдельным i -тым участником движения, от времени t дается уравнением:

$$S_i = \frac{n}{2} \left(a_{i,раз} t_{i,раз}^2 + a_{i,тор} t_{i,тор}^2 \right) + V t_{равн} \quad (1)$$

Здесь индексы *раз*, *тор*, *равн* описывают разгон, торможение и равномерное движение соответственно; n – число остановок на пути S_i ; a – ускорения соответствующих процессов. С другой стороны, средняя скорость движения i -го участника движения определяется уравнением:

$$V_{i,ср} = \frac{S_i}{t_{равн} + n(t_{i,0} + t_{i,раз} + t_{i,тор})} \quad (2)$$

Здесь $t_{i,0}$ – время остановки. Кроме того учтем, что:

$$V_i = a_{i,раз} t_{i,раз} = a_{i,тор} t_{i,тор} \quad (3)$$

Решая систему уравнений (1) – (3) можно определить суммарные времена разгона (то есть работы двигателя с полной нагрузкой), торможения (работы двигателя на принудительном холостом ходу), остановки (работы двигателя на холостом ходу), равномерного движения (работы двигателя со средней нагрузкой). Именно эти характеристики движения в соответствии с данными работы [3] определяют состав и интенсивность токсического загрязнения.

Зависимости скорости транспортных средств от времени приведены на рисунке 1. Результаты расчетов средних (на одно транспортное средство) величин токсических выбросов при данном составе транспортного потока при различных средних скоростях движения приведены в таблице 1.

Таким образом, как следует из результатов расчетов, дозы всех видов токсического воздействия, приходящихся на единицу длины дороги, значительно возрастают при падении средней скорости транспортного потока. Этот вывод наглядно иллюстрирует также рисунок 1, на котором приведены зависимости токсической дозы оксида углерода, приходящихся

на 1 км от средней скорости потока. Рост загрязнения при малых скоростях определяется увеличением доли времени работы двигателей в неэффективных режимах. Хотя, формально токсические выбросы в единицу времени падают при средней скорости потока меньшей 32 км/час, однако загрязнение окружающей среды при этом растет вследствие концентрации выбросов в уменьшающихся областях автодороги. Как видно из таблицы 1 токсиче-

ское загрязнение на 1 км быстро (практически экспоненциально) растет при уменьшении средней скорости транспортного потока ниже 30 км/ч. Причина этого эффекта определяется значительной долей времени работы двигателей в неэффективных режимах - холостого хода и принудительного холостого хода. Кроме того, вследствие малых скоростей движения токсические выбросы концентрируются в этом случае в малых областях пространства.

Т а б л и ц а 1

Выбросы загрязняющих веществ в зависимости от средней скорости транспортного потока

Средняя Скорость (км/час)		Оксид Углерода(г)	Несгоревшие Углеводороды (г)	Оксиды азота (г)	Тяжелые металлы (г)	Суммарный токсический выброс (м ³)	Средний расход топлива (кг)
1	2	3	4	5	6	7	8
10	В час	988	41.1	47.6	1.85	40.2	5.79
	На 1км	98.8	4.11	4.76	0.185	4.02	0.579
20	В час	866	33.0	38.95	1.56	30.6	3.815
	На 1км	43.3	1.65	1.97	0.079	1.53	0.19
30	В час	819	27.9	31.5	1.05	27.42	2.61
	На 1км	23,7	0,93	1,05	0,035	0,914	0,087
40	В час	784	34.8	33.2	1.00	30.88	2.84
	На 1км	19.6	0.87	0.83	0.025	0.772	0,071
50	В час	935	41.4	38.5	0.85	35.25	3.45
	На 1км	18.7	0.83	0.77	0.017	0.705	0,069
60	В час	1038	49.2	42.6	0.84	41.0	4.08
	На 1км	17.3	0.82	0.71	0.014	0.684	0,068
70	В час	1183	57.4	46.9	0.91	47.11	4.76
	На 1км	16.9	0.82	0.67	0.013	0.673	0,068
80	В час	1320	65.6	54.4	1.04	53.52	5.52
	На 1км	16.5	0.82	0.68	0.013	0.669	0,069
90	В час	1467	72.9	61.2	1.08	60.0	6.57
	На 1км	16.3	0.81	0.68	0.012	0.667	0,073

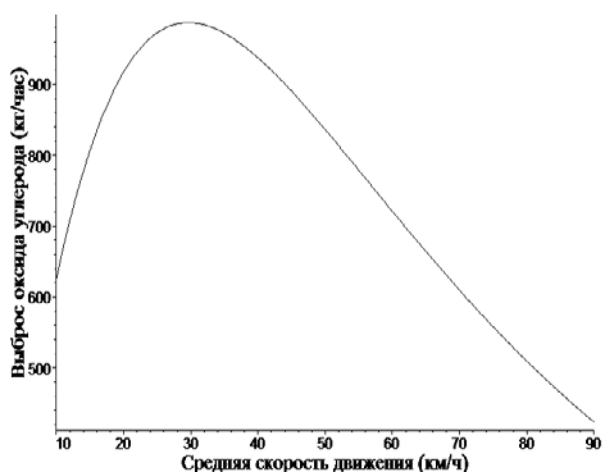


Рисунок 1. Зависимость выброса оксида углерода одним транспортным средством от средней скорости потока

При увеличении средней скорости потока выше 60 км/час концентрация токсических выбросов изменяется лишь незначительно – менее чем на 6% вплоть до разрешенного ПДД максимума скорости. Поэтому необходимо определить параметры движения так, чтобы средняя скорость потока находилась в оптимальном интервале (60 – 90) км/час. Таким образом, моделирование токсических выбросов транспортного потока позволяет оптимизировать дорожное движение при сложившейся инфраструктуре или оптимизировать состав транспортного потока в проектах строительства новых инфраструктурных объектов.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Максимов В.В., Государственно-частное партнерство в транспортной инфраструктуре. Критерии оценки концессионных конкурсов. М.: Пабlisher, 2010. 148 с.
- 2 Методика расчета показателей и применения критериев эффективности региональных инвестиционных проектов (утв. приказом Министерства регионального развития Российской Федерации от 31 июля 2008 г. №117).
- 3 Бочаров В.Л., Спиридонов Е.Г. Экологические и медикобиологические аспекты загрязнения атмосферного воздуха автотранспортом // Экологический вестник Черноземья. 2000. № 9. С. 33–41.
- 4 Lighthill M.J., Whitham F.R.S. On kinetic waves II. A theory of traffic flow on crowded roads. Proc. of the Royal Society Ser. 3.
- 5 Хейт Ф. Математическая теория транспортных потоков. М.: Мир, 1966. 286 p.
- 6 Cremer M., Ludwig J. A fast simulation model for traffic flow on the basis of Boolean operations. Math. Comp. Simul, 1986, vol. 28, pp. 297-303.

REFERENCES

- 1 Maksimov V.V. Gosudarstvenno-chastnoe partnerstvo v transportnoi infrastrukture. Kriterii otsenki kontsessionnykh konkursov [Public-private partnerships in the transport infrastructure . Evaluation criteria concession tenders], Moscow, Pablisher, 2010. 148 p. (In Russ.).
- 2 Metodika rascheta pokazatelei i primeneniia kriteriev effektivnostiinvestitsionnykh proektov [Method of calculation of the performance criteria and the application of regional investment projects (approved by Order of the Ministry of Regional Development of the Russian Federation of July 31, 2008 № 117)]. (In Russ.).
- 3 Bocharov V.L., Spiridonov E.G. Environmental and medicobiological aspects of air pollution by road. *Ekologicheskii vestnik Chernozem'ia*. [Ecological Bulletin of Chernozem], 2000, no. 9, pp. 33-41. (In Russ.).
- 4 Lighthill M.J., Whitham F.R.S. On kinetic waves II. A theory of traffic flow on crowded roads. Proc. of the Royal Society Ser. 3.
- 5 Haight F. Matematicheskaia teoriia transportnykh potokov [Mathematical theory of traffic flow]. Moscow, Mir, 1966. 286 p. (In Russ.).
- 6 Cremer M., Ludwig J. A fast simulation model for traffic flow on the basis of Boolean operations. Math. Comp. Simul, 1986, vol. 28, pp. 297-303.