

УДК 629.113:504.054:338.45

канд. техн. наук, доцент М.В. Семененко,  
Київський національний університет будівництва і архітектури

## К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ТЕХНОГЕННОЙ ОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ В ГОРОДАХ

*Предложена количественная оценка уровня техногенной опасности городских транспортных потоков с использованием энергоэнтропийного метода.*

Особенность городских условий заключается в том, что здесь происходит массовое проникновение транспортных потоков в селитебные районы. Высокий уровень опасности городских транспортных потоков определяется прежде всего тем, что их негативное воздействие оказывается на среду, непосредственно окружающую человека. [1]

Транспортные потоки в городах являются весомыми, а часто и основными источниками выбросов вредных веществ в атмосферу.

Для оценки и прогнозирования уровня опасности транспортных потоков, которые движутся по улицам городов, используются положения теории техногенного риска при обеспечении безопасности в техносфере.

Для транспортного потока риск определяет интегральную меру опасности, характеризующую и возможность причинения ущерба, связанного с движением транспортного потока, и его ожидаемую величину.

Чтобы осуществлять расчеты транспортного риска, принимается в качестве рабочей гипотезы следующее утверждение, что интегральный риск проявления опасности на улично-дорожной сети функционально связан с динамической неуравновешенностью действующего транспортного потока.

Для подтверждения этой гипотезы используется энергоэнтропийный метод теории техногенного риска, который в теории автоматического регулирования получил широкое распространение под названием метода передаточных функций [2]. Он позволяет на основе передаточных функций элементарных звеньев изучать структуры сложных систем управления, производить их синтез по определенным критериям качества, а также решать и некоторые другие задачи.

Передаточная функция это отношение изображений в частотной области выходной переменной ко входной переменной.

Несмотря на высокую результативность применения в технике, метод передаточных функций в силу ряда трудностей не нашел достойного практического применения в сложных информационных системах, системах

массового обслуживания, социальных, биологических системах и даже в современных широко используемых вычислительных системах, особенно иерархической, сетевой структуры.

Тем не менее, теоретиками кибернетики неоднократно высказывалась мысль о построении и использовании аналогов передаточных функций в указанных выше сложных системах, теории алгоритмов на основе положений теории информации.

На мой взгляд эти соображения заслуживают внимания и нуждаются в изучении.

Энергоэнтропийный метод позволяет идентифицировать признаки наиболее вероятного проявления так называемых рискованных обстоятельств, а также величину их ущерба. В концепции транспортного риска под «рисковыми обстоятельствами» будут пониматься события, возникающие по причине нарушения нормального протекания транспортного процесса на улично-дорожной сети, являющиеся проявлением различных отказов и приводящие к возникновению тех или иных ущербов.

Для транспортных потоков, движущихся в городах, одним из основных рискованных обстоятельств выступает - экологическая нагрузка на окружающую среду.

Таким образом, основой разрабатываемой концепции техногенного риска применительно к транспортному потоку является идентификация меры его опасности в условиях минимальной энтропии, а также роста техногенного риска при увеличении энтропии на участках улично-дорожной сети.

Для этого используется энергетический подход к транспортному потоку, где его кинетическая энергия  $E$  определяет производительность транспортного процесса в условиях минимальной энтропии [3].

Поскольку кинетическая энергия транспортного потока является энергией движения, то ее уменьшение обуславливается уменьшением количества движения в транспортном потоке, т.е. его упорядоченности.

Увеличение энтропии транспортного потока проявляется через усложнение ездовых циклов отдельных автотранспортных средств по сравнению с ездовыми циклами, наблюдаемыми при максимальной кинетической энергии транспортного потока.

В теории транспортного потока на основе газодинамической аналогии с использованием фундаментальных макроскопических законов (уравнение состояния и уравнение непрерывности) сформирована количественная оценка энтропии  $O$ , которая имеет следующее выражение:

$$O = -D[\log_2 \rho((q \cdot k)_{t,x})], \quad (2)$$

где  $(q \cdot k)_{t,x}$  – произведение интенсивности и плотности в заданный

момент времени в какой-либо части транспортного потока;  
 $\rho((q \cdot k)_{t,x})$  – плотность распределения вероятностей величины  $(q \cdot k)_{t,x}$ ;  
 $D[\log_2 \rho((q \cdot k)_{t,x})]$  – дисперсия величины  $\log_2((q \cdot k)_{t,x})$ .

Таким образом, произведение интенсивности и плотности транспортного является характеристикой текущего уровня его энтропии. Поскольку в это произведение входят как пространственная (плотность), так и временная (интенсивность) характеристики, данный параметр можно назвать «пространственно-временной емкостью ТП» (далее – емкостью ТП):

$$e = q \cdot k, (\text{м} \cdot \text{с})^{-1}, \quad (3)$$

где  $e$  – пространственно-временная емкость ТП,  $(\text{м} \cdot \text{с})^{-1}$ ;

$q$  – интенсивность движения,  $\text{с}^{-1}$ ;  $k$  – плотность ТП,  $\text{м}^{-1}$ .

В настоящее время продолжают исследования информативности и оперативности емкости транспортного потока, которые подтверждают в первом приближении обоснованность ее использования, как наиболее объективного критерия оценки уровня техногенной опасности транспортного потока в городах.

### Література:

1. Гутаревич Ю.Ф., Зеркалов Д.В. та ін. Екологія та автомобільний транспорт: Навчальний посібник. – К.: Арістей, 2006.- 292с.
2. Красовский А.А., Поспелов Г.С. Основы автоматизации и технической кибернетики.-М.-Л.: ГЭИ. -1962.-600с.
3. Семененко М.В. К вопросу оценки влияния автотранспортных средств на окружающую среду городов. Вісник національного транспортного університету.-К.: НТУ, 2012.- Випуск 25.- С.326-329.

### Анотація

Запропонована кількісна оцінка рівня техногенної небезпеки міських транспортних потоків з використанням енергоентропійного методу.

### Annotation

*Is proposed A quantitative assessment of the level of technogenic danger of urban transport flows using entropymetric method.*