

Н.Г. Топольский, Л.К. Квициния, А.В. Фирсов
(Академия Государственной противопожарной службы МЧС России;
e-mail: ntopolskii@mail.ru)

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ВЕРОЯТНОСТЕЙ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ОПАСНЫХ СОБЫТИЙ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ ГРУЗОВ В МОРСКОМ ПОРТУ

Аннотация. Приведена блок-схема разработанного авторами алгоритма расчета вероятностей возникновения опасных событий при транспортировке грузов в крупнейшем в Республике Абхазии портовом комплексе Сухума.

Ключевые слова: опасные события, транспортные коммуникации.

N.G. Topolskiy, L.K. Kvitzinija, A.V. Firsov

METHODS OF THE CALCULATION OF PROBABILITY OF THE ORIGIN DANGEROUS EVENT AT TRANSPORTATION CARGO IN NAVY PORT

Abstract. Is brought block diagram designed author of the algorithm of the calculation of probability of the origin dangerous event at transports-equal cargo in the largest in Republic Abhazia port complex of Suhum.

Key words: dangerous events, transport communications.

Сведения об авторах

Топольский Н.Г.
доктор технических наук, профессор
научный руководитель Учебно-научного комплекса
автоматизированных систем и информационных
Академии ГПС МЧС России
e-mail: ntopolskii@mail.ru

Квициния Л.К.
начальник управления по делам ГО и ЧС Республики Абхазия
соискатель Академии ГПС МЧС России

Фирсов А.В.
преподаватель кафедры гражданской защиты
Академии ГПС МЧС России

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 13 января 2010 г.

Воздействие техносферы на безопасность населения связано с возникновением опасных событий (ОС) – пожаров, взрывов, аварий, являющихся источниками поражающих факторов. Опасные события порождаются потенциально опасными объектами.

Одними из малоизученных потенциально опасных объектов являются транспортные коммуникации, такие как железные и автомобильные дороги, по которым перевозится более 80 % от всего объема перевозимых грузов.

Авторы рассматривают транспортную сеть порта г. Сухум Республики Абхазия. Математической моделью такой сети является соответствующий граф, заданный матрицей инцидентности. По дугам данной сети перемещаются грузопотоки как в прямом, так и в обратном направлениях.

Рассматриваются потоки грузов, перевозка которых сопряжена с потенциальной возможностью возникновения тех или иных опасных ситуаций.

Предполагается, что априорные вероятности возникновения ОС, рассматриваемых автономно, известны. Ставится задача оценить дополнительную вероятность возникновения данных ОС, рассматриваемых как результаты возникновения других ОС.

Блок-схема алгоритма расчета вероятностей возникновения ОС техногенного характера в результате взаимодействия грузопотоков повышенной опасности на транспортных сетях – QN_i^* включает в себя:

Блок 1

Ввод интегральных данных по грузопотокам:

- годовые объемы входных и выходных потоков по оконечным вершинам транспортной сети (грузопоставщики и грузопотребители в условных элементах);
- структура сети (матрица инцидентности);
- маршруты доставок грузов.

Блок 2

Расчет входного и выходного потоков по каждой дуге сети на основе интегральных данных.

Блок 3

Решение задачи по определению вероятности каждого из возможных сценариев возникновения ОС выходного и входного грузопотоков и для каждой из дуг транспортной сети.

Далее алгоритм расчета рассматривается для одного из возможных сценариев выходного потока и одной из дуг сети, поэтому их индексы в дальнейшем изложении алгоритма опускаются.

Блок 4

Ввод характеристик объемов грузопотоков:

m – количество видов опасных грузов в выходном потоке;

n – количество видов опасных грузов во входном потоке;

mc – количество видов сценариев ОС в выходном потоке;

nc – количество видов сценариев ОС во входном потоке;

N_1, \dots, N_m - годовые объемы перевозок опасных грузов выходного потока (в цистернах или вагонах);

M_1, \dots, M_n - годовые объемы перевозок опасных грузов входного потока (в цистернах или вагонах);

/* $m \leq mc$ и $n \leq nc$, так как одному типу опасного груза может соответствовать несколько различных сценариев ОС */.

Блок 5

Ввод значений априорных вероятностей возникновения опасных факторов для различных типов опасных грузов (сценарии ОС) в:

- выходном потоке (QN_1, \dots, QN_{mc}),

- входном потоке (QM_1, \dots, QM_{nc}).

Блок 6

Ввод транспортных характеристик:

L – протяженность дуги транспортной сети, км;

V_1, \dots, V_m - средние скорости перемещения элементов в выходном потоке по видам грузов;

W_1, \dots, W_n - средние скорости перемещения элементов во входном потоке по видам грузов.

Блок 7

Расчет среднего времени прохождения по дуге:

- элементов k -го типа опасных грузов выходного потока $\tau_k^{exit} = \frac{L}{V_k}$, час, $k = 1, \dots, m$;

- элементов l -го типа опасных грузов входного потока $\tau_l^{in} = \frac{L}{W_l}$, час, $l = 1, \dots, n$.

Блок 8

Введение индексации, связывающей типы опасных грузов со сценариями ОС и, наоборот, для выходного и входного потоков:

$k = 1, \dots, m$ – индексация типов опасных грузов выходного потока;

$R(k)$ – множество индексов сценариев, возникающих в результате ОС с грузами k -го типа выходного потока ($1 \leq R(k) \leq mc$);

$l = 1, \dots, n$ – индексация типов опасных грузов входного потока;

$R(l)$ – множество индексов сценариев, возникающих в результате ОС с грузами l -го типа входного потока ($1 \leq R(l) \leq nc$);

$i = 1, \dots, mc$ – индексация различных сценариев ОС выходного потока;

$X(i)$ – индекс типа опасного груза, инициирующего i -й сценарий ОС в выходном потоке ($1 \leq X(i) \leq m$);

$j = 1, \dots, nc$ – индексация различных сценариев ОС входного потока;

$Y(j)$ – индекс типа опасного груза, инициирующего j -й сценарий ОС во входном потоке ($1 \leq Y(j) \leq n$).

Блок 9

Расчет плотностей потоков:

$n_k = \frac{N_k \cdot \tau_k^{6\text{вх}}}{T_{\text{год}}}$ – среднее количество элементов опасного груза k -го типа

выходного потока, находящихся одновременно на дуге, $k = 1, \dots, m$;

$m_l = \frac{M_l \cdot \tau_l^{6\text{вх}}}{T_{\text{год}}}$ – среднее количество элементов опасного груза l -го типа

входного потока, находящихся одновременно на дуге, $l = 1, \dots, n$;

$T_{\text{год}}$ – количество часов в году.

Блок 10

Расчет вероятности возникновения сценария i -го типа в элементе выходного потока в результате возникновения ОС j -го типа в одном из элементов входного потока – Ω_{ij} :

$$\Omega_{ij} = 2QN_j \int_0^{t_{\max}} P_{ij}(S(t)/\text{ЧС}_i) dt,$$

где $t_{\max} = \frac{l_{ij}^{\max}}{V_{X(i)} + W_{Y(j)}}$ – время нахождения в зоне взаимовлияния до встречи элементов встречных потоков;

l_{ij}^{\max} – предельное расстояние взаимовлияния i -го сценария выходного потока при инициировании j -го сценария входного потока;

$S(t) = l_{ij}^{max} - (V_{X(i)} + W_{Y(j)}) \cdot t$ – расстояние между элементами в конкретный момент времени t ;

P_{ij} – условная вероятность возникновения сценария i -го типа в результате возникновения ОС j -го типа на расстоянии $S(t)$ между элементами.

Блок 11

Расчет вероятности возникновения сценария i -го типа в элементе выходного потока в результате возникновения сценария j -го типа в элементах входного потока.

Использование расчетной модели позволяет осуществить мониторинг прогнозируемых параметров опасных зон, образуемых вследствие взаимодействия грузопотоков повышенной опасности транспортных коммуникаций.

Литература

1. **Белов П.Г.** Теоретические основы системной инженерии безопасности. -М.: ГНТП "Безопасность", МИБ СТС, 1996. – 424 с.
2. **Сухарев А.Г., Тимохов А.В., Федоров В.В.** Курс методов оптимизации. -М.: Наука, 1986. – 328 с.
3. **Макаров С.П.** Технические и организационные мероприятия по снижению риска и смягчению последствий ЧС на магистральных нефтепродуктопроводах // ВИНТИ. Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. – 2001. – Вып. 5. – С. 72-77.