

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭВАКУАЦИИ НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА**

Организация проведения экстренной эвакуации населенного пункта предполагает задание маршрутов эвакуации – путей вывода населения из зоны чрезвычайной ситуации (ЧС). В случае динамической ЧС, такой как лесной пожар, катастрофическое наводнение, выброс отравляющего вещества и др., невозможно заблаговременно определить оптимальные маршруты в виду неопределенности параметров области ЧС (координат очага пожара, скорости подъема уровня воды, интенсивности выброса, метеорологической обстановки и т.д.). Организация эвакуации населения в этом случае требует оперативного нахождения оптимальных маршрутов с учетом прогноза развития ЧС с момента ее возникновения или фиксации и до момента достижения границей зоны ЧС границ населенного пункта.

Эффективность  $K_T$  проведения экстренной эвакуации населения населенного пункта, в случае угрозы для последнего оказаться в зоне влияния поражающих факторов чрезвычайной ситуации, может быть количественно оценена выражением

$$K_T = T(w^*)/T(w_p), \quad (1)$$

где

- $T(w^*)$  - минимальное время вывода населения за пределы зоны ЧС;
- $w^* = \arg(\min_{w \in W(t)} (T(w)))$  - оптимальный маршрут эвакуации, определяемый согласно модели [1-5];
- $w_p$  - маршруты эвакуации, определенные экспертами;
- $T(w_p)$  - время движения по данным маршрутам.

Особенностью модели [1-5] является дифференцированный подход при задании пространственного поля скорости движения эвакуируемого населения в условия неоднородного ландшафта (реализуется с помощью инструментария географических информационных систем), в связи с чем кратчайший путь далеко не всегда является наиболее быстрым.

Проведенное сравнение времени эвакуации на основе модели [1-5] и рассчитанное время эвакуации по маршрутам, предоставленным экспертами, продемонстрировало возможности и преимущества предлагаемой модели.

Оценка величины  $K_T$  осуществлялась на основе легенды, в основе которой положена реальная чрезвычайная ситуация – наводнение в г. Крымске РФ в июле 2012 года, а именно, рассматривалось затопление и гипотетическая эвакуация соседнего населенного пункта – станицы Нижнебаканской, которая расположена несколько выше Крымска в более сложных топографических условиях, что делает использование модели [1-5] более показательным.

Экспертам из числа практических работников ГСЧС (состав групп: специалисты оперативных отделов и начальники дежурных смен оперативных координационных центров (ОКЦ) - 9 человек, начальники городских и районных отделов (секторов) надзорно-профилактического обслуживания (НПО) - 12 человек) был предоставлен пошаговый картографированный прогноз развития ЧС (динамика уровня воды), полученный с использованием специализированных программных продуктов. На топографической карте (М 1:100000) приведены горизонтали рельефа, административные границы населенного пункта, автомобильные дороги, границы и типы лесорастительных выделов.

Эксперты должны были указать пути вывода населения из зоны поражения при различных лимитах времени на проведение эвакуации.

После этого данные маршруты оцифровывались и вычислялось время движения вдоль них с учетом переменного характера скорости эвакуации.

С помощью модели [1-5] находились оптимальные маршруты эвакуации и с использованием (1) осуществлялась оценка эффективности эвакуации населения.

Получены значения  $K_T$ , лежащие в интервале 1.10-1.73 в зависимости от лимита времени на проведение эвакуации, что подтверждает эффективность методики определения оптимальных маршрутов эвакуации, основанной на модели [1-5].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Беляев В.Ю. Шляхи підвищення ефективності наземної евакуації населення при надзвичайних ситуаціях / В.Ю. Беляев // Проблеми надзвичайних ситуацій. - 2010. – Вип. 12. – С. 37–43.
2. Беляев В. Ю. Нахождение оптимального маршрута эвакуации населения по существующей сети автодорог / В.Ю. Беляев, А.А. Тарасенко, І.Б. Туркин // Проблеми надзвичайних ситуацій. - 2011. - Вип. 13. – С. 39-46.
3. Беляев В.Ю. Анализ математических моделей нахождения оптимальных путей экстренной эвакуации населения / В.Ю. Беляев, А.А. Тарасенко // Проблеми надзвичайних ситуацій. – 2011. – Вип. 14. – С. 32–47.
4. Беляев В.Ю. Модель азимутальной скорости движения автосредства, осуществляющего эвакуацию населения в условиях бездорожья / В.Ю. Беляев, А.А. Тарасенко // Проблеми надзвичайних ситуацій. – 2012. - Вип. 16. – С. 16-28.
5. Беляев В.Ю. Использование волнового алгоритма для построения маршрутов эвакуации населенного пункта в условиях бездорожья / В.Ю. Беляев, А.А. Тарасенко // Проблеми надзвичайних ситуацій. – 2013. – Вип. 17. – С. 18-30.