



Э. К. Назиров, Т. А. Назирова

Харьковский национальный университет городского хозяйства им. А. Н. Бекетова, г. Харьков, Украина

СИСТЕМА ОПОВЕЩЕНИЯ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ "АСЕН"

Оповещение населения о чрезвычайных ситуациях – это доведение до населения сигналов оповещения и экстренной информации об опасностях, возникающих при угрозе возникновения или возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, а также при ведении военных действий или вследствие этих действий, о правилах поведения населения и необходимости проведения мероприятий по защите. Описаны принципы построения и работа системы распознавания чрезвычайных ситуаций "АСЕН", построенной на базе аудиоаналитики с использованием в качестве основного терминального оборудования смартфонов пользователей. Система позволяет регистрировать сигналы о потенциальной угрозе, идентифицировать характер угрозы, динамику и направление ее распространения, оповещать пользователя системы с предоставлением рекомендаций и правил поведения при наступлении конкретной чрезвычайной ситуации. Система состоит из нескольких подсистем и построена по модульному принципу. Изложены цели и задачи, выполняемые отдельными подсистемами, описана логика их работы. Все это позволит заранее предупреждать население, органы власти, предприятия, организации, учреждения и учебные заведения о возникновении чрезвычайных ситуаций, следовательно, адекватно реагировать на складывающиеся условия. В конечном итоге – в максимальной степени сократить потери в людях и материальных ценностях.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация; организация оповещения и связи; системы оповещения; сигналы оповещения; гражданская защита населения; информирование.

Введение. За последние годы Украина пережила оккупацию территорий, непризнанную войну на территориях Донецкой и Луганской областей, увеличение количества террористических актов на территории остальных областей Украины, серьезное падение экономики, дефицит энергоресурсов и угрозу дефолта по международным обязательствам. Все эти события способствовали как многократному увеличению чрезвычайных ситуаций (ЧС), так и росту риска их возникновения. Поэтому проблема создания новых моделей и методов поддержки принятия решения для предупреждения и ликвидации ЧС актуальна как в силу многократно возросшего их количества, так и в силу того, что в настоящее время созрела необходимость использования современных систем, позволяющих снизить масштабы и последствия при их ликвидации (Chub, Novozhilova, & Andronov, 2014).

Поскольку ЧС обычно возникают в условиях экстраординарных ситуаций, то и управление в таких условиях ЧС должно обладать гибкостью, способностью работать при недостатке информации, быстро адаптироваться к высоким темпам изменения ситуации, оперативно формировать эффективные решения с высокой результативностью и, как следствие, – минимизировать потери времени при ликвидации ЧС (Fay & Patterson, 2018;

Korniichuk, & Hrytsiuk, 2011; Malets, & Hrytsiuk, 2011; Malets, Rak, & Hrytsiuk, 2011).

Материал и методы исследования. Для обеспечения безопасности населения в мире активно планируются к внедрению системы "безопасного города", которые с помощью сети видеокамер и функции видеонализа позволяют оперативно распознавать и реагировать на различные нештатные ситуации и случаи нарушения правопорядка.

В последнее время, учитывая, что все большее количество видеокамер оснащается встроенными микрофонами, активно развивается такое направление распознавания нештатных или чрезвычайных ситуаций, как аудиоаналитика.

Одной из наиболее известных коммерческих разработок аудиоаналитики является американская система ShotSpotter (Kolomiets, 2015). Данная система с 2006 г. установлена в неблагополучных районах Вашингтона и за прошедшие годы локализовала 39000 выстрелов из огнестрельного оружия, оперативно предупреждая полицейских о наступлении данного события.

Еще одним примером реализации подобной системы является разработка компании Audio Analytic Ltd из Великобритании (Kolomiets, 2015). Датчики этой компании, предназначенные для создания "умного дома", спо-

Інформація про авторів:

Назіров Ельдар Кямалович, здобувач, менеджер інформаційних технологій ООО Метінвест Бизнес Сервіс Україна, м. Кривий Ріг. Email: freestar@ukr.net

Назірова Тетяна Олександрівна, здобувач, старший інженер комп'ютерних систем ООО Метінвест Бизнес Сервіс Україна, м. Кривий Ріг. Email: freestar@ukr.net

Цитування за ДСТУ: Назіров Е. К., Назірова Т. О. Система сповіщення в надзвичайних ситуаціях "Асен". Науковий вісник НЛТУ України. 2018, т. 28, № 1. С. 140–144.

Citation APA: Nazirov, E. K., & Nazirova, T. A. (2018). Emergency Notification System "АСЕН". *Scientific Bulletin of UNFU*, 28(1), 140–144. <https://doi.org/10.15421/40280128>

события регистрировать такие события, как выстрелы, агрессивные крики, плач ребенка, звуки автомобильной сигнализации, разбитого стекла и т.п. После регистрации события система отправляет уведомления пользователю, охранным агентствам для последующего реагирования.

Также известна разработка АО "Инновационный технологический центр "Система-Саров" (Kolomiets, 2015), которая использует специальные акустические

микрофоны в определенных точках населенного пункта. Система интегрируется с различными средствами видеонаблюдения, позволяя оператору направить доступные видеокамеры в район звуковой аномалии для идентификации обстановки. Сравнительные характеристики функциональных возможностей указанных систем приведены в таблице.

Таблица. Сравнение функциональных возможностей систем регистрации ЧС

Наименование системы	Регистрация событий	Определение местоположения	Распознавание события	Тип датчиков
ShotSpotter	Выстрелы, взрывы, хлопки	Да	Да, контроль операторов	Собственная разработка
Audio Analytic Ltd	Выстрелы, агрессивные крики, плач ребенка, звуки автомобильной сигнализации звук разбития стекла	Реализуется в концепции "умного дома", событие происходит по определенному адресу	Да	Собственная разработка
"Система-Саров"	Крики людей, выстрелы, звук сирен, превышение акустического фона	По известному местонахождению аудиодатчика	Да, контроль операторов	Собственная разработка

Зная месторасположение микрофонов и используя методы триангуляции (Lvov, Agarov & Tishhenko, 2010), данные системы точно определяют место возникновения события. К несомненным преимуществам систем аудиоаналитики следует отнести невысокую, по сравнению с видеокамерами, стоимость микрофонов, отсутствие "слепых зон", низкую плотность покрытия территории, чем для видеонаблюдения. Поток аудиоинформации с микрофона занимает намного меньше места, чем поток видеоизображения, а значит, его легче транспортировать и обрабатывать.

Важным моментом в работе систем аудиоаналитики являются средства регистрации сигналов, их географическое распределение (охват широкой территории, т.к. нужно раннее оповещение для резерва времени), наличие устойчивых каналов передачи данных, легкость коммуникации и взаимодействия с пользователями системы.

В настоящее время идеальными инструментами, которые могут выполнить перечисленные задачи, являются смартфоны, подключенные к каналам передачи данных, формируемыми сотовыми сетями мобильных операторов связи. Основное преимущество такого подхода состоит в том, что смартфоны пользуются в Украине (как и в мире в целом) все большей популярностью. Так, согласно последним данным, в Украине уже более 30 % населения в возрасте от 18 до 50 лет пользуются смартфонами. Каждый смартфон имеет микрофон, канал обмена информацией, датчик определения местоположения и может оснащаться различным программным обеспечением (Khalemsky & Schwartz, 2017).

Все это делает смартфон потенциальным кандидатом как на роль средства персонального оповещения владельца о наступлении нештатной ситуации, так и средства раннего обнаружения и идентификации чрезвычайной ситуации. То есть, при наличии специального программного обеспечения и работающего канала передачи данных, коим является мобильный интернет, смартфон может улавливать звуки, идентифицирующие чрезвычайную ситуацию, передавать характеристику этих звуков, данные о своем местоположении и точном времени в удаленно расположенную аналитическую систему.

К детектируемым чрезвычайным ситуациям могут относиться ситуации, связанные с террористической угрозой, нарушением общественного порядка, различными техногенными авариями, которые сопровождаются

громкими взрывами, воем сиренами и прочими акустическими артефактами.

Результаты исследования и их обсуждение. Задачей данного исследования является разработка территориально распределенной системы регистрации, реагирования и оповещения о наступлении чрезвычайной ситуации (Nazirov, 2015).

Клиентская часть предлагаемой системы будет работать на персональных смартфонах ее пользователей (регистрация наступления ЧС, вывод правил и рекомендаций к выполнению), а аналитическая часть (распознавание конкретного типа ЧС, реагирование, формирование сигналов оповещения и рекомендаций) будет работать в удаленном центре обработки данных. При наличии большого количества клиентов системы на определенной территории, это позволит:

- оперативно (в режиме реального времени) регистрировать наступление чрезвычайной ситуации;
- определять ее местоположение;
- распознавать конкретное чрезвычайное происшествие;
- формировать сигналы тревоги для сил реагирования и предотвращения чрезвычайной ситуации;
- оперативно оповещать пользователей системы о наступлении чрезвычайной ситуации;
- предлагать пользователям системы рекомендации по минимизации ущерба от произошедшей чрезвычайной ситуации.

Система оповещения в чрезвычайных ситуациях "АСЕН". Система построена по модульному принципу (рис. 1). Отдельные, независимые подсистемы позволят увеличить отказоустойчивость и масштабируемость системы, а также замену и модернизацию отдельных элементов системы без прерывания работы всей системы (Nazirov, 2015).

Основными подсистемами являются пользовательская (клиентская) подсистема, подсистема анализа и принятия решения, подсистема идентификации звука, подсистема оповещения и подсистема рекомендаций и правил поведения при наступлении конкретной чрезвычайной ситуации.

Пользовательская подсистема выполняет постоянную запись звука с микрофона смартфона (рис. 1,1). Запись ограничена определенным лимитом по времени. По достижении этого лимита времени пользовательская подсистема сохраняет только что записанный файл для возможного анализа, удаляет предыдущий сохраняемый файл, и начинает писать следующий файл.

Выбор способа распознавания интенсивного кратковременного звука ограничен следующими условиями. Быстродействие способа должно быть высоким

для возможности оперативной передачи события в подсистему анализа и принятия решения.

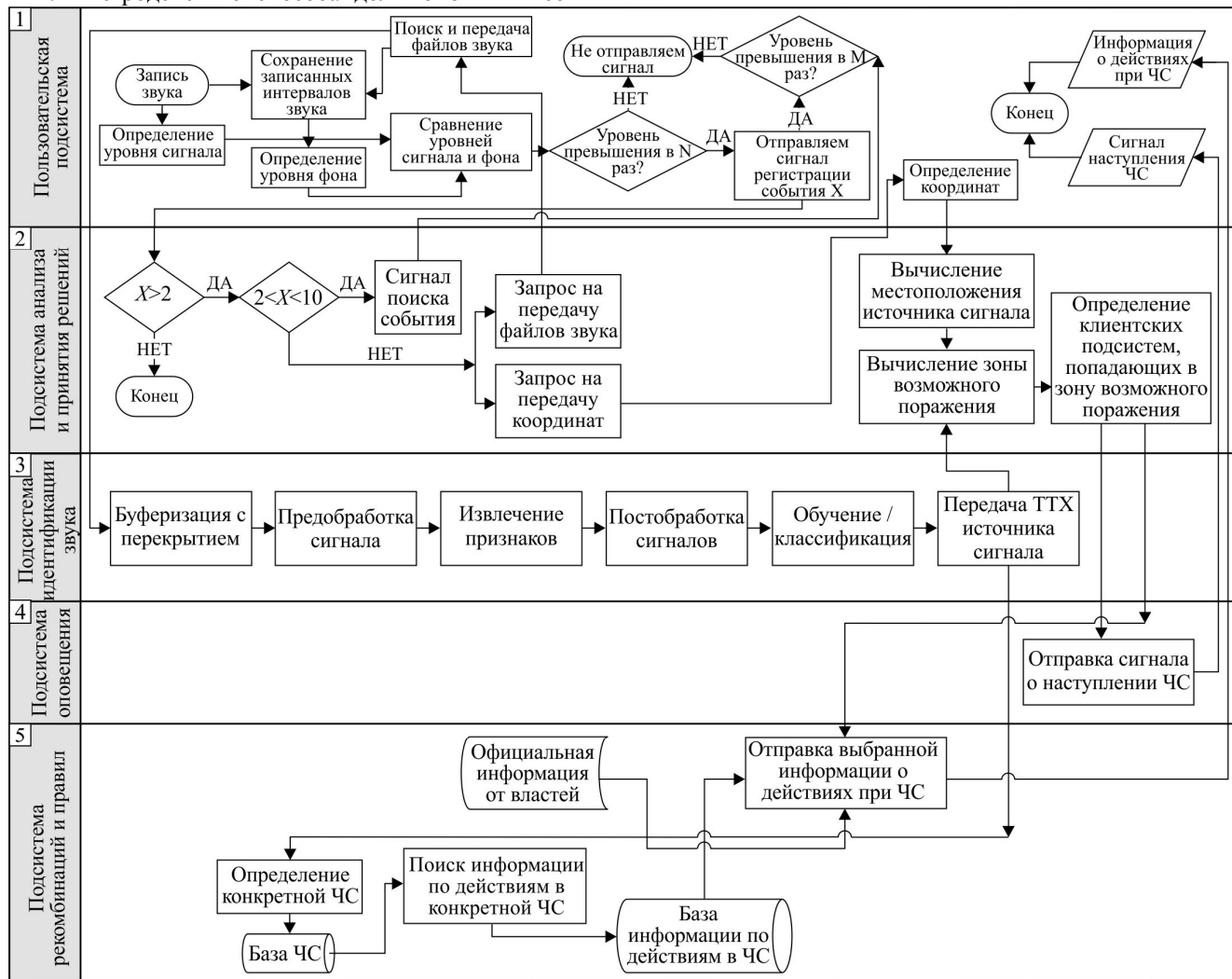


Рис. 1. Система оповещения в чрезвычайных ситуациях "АСЕН". Алгоритм работы: 1) пользовательской подсистемы; 2) подсистемы анализа и принятия решения; 3) подсистемы идентификации звука; 4) подсистемы оповещения; 5) подсистемы рекомендаций и правил

Поскольку клиентская подсистема выполняется на смартфоне, сложность реализации способа должна быть низкой для возможности быстрой обработки метода на смартфонах начального уровня. Быстрота и низкая сложность реализации обуславливают низкое качество (эффективность) распознавания события. Но, принимая во внимание большое количество работающих клиентских подсистем, нет необходимости концентрироваться на одном распознавании интенсивного кратковременного звука, полученном от одной клиентской подсистемы. Необходимо ориентироваться на массовое (десятки устройств) получение сигналов о наступлении события от множества клиентских подсистем, расположенных в достаточной для детектирования события близости друг от друга.

Для распознавания интенсивного кратковременного звука часто используется метод фильтрации уровней громкости звука (Ivanova & Kozhushko, 2015). Данный метод характеризуется высоким быстродействием и низкой сложностью реализации. Из его недостатков следует отметить среднюю эффективность. Параллельно записи происходит отслеживание текущего уровня сигнала, поступающего на микрофон и его сравнение в

режиме реального времени со средним уровнем сигнала (уровень фонового шума), полученным из предыдущего файла. Если текущий уровень сигнала превышает средний в N и более раз, то система формирует сигнал идентификации события на подсистему анализа и принятия решений.

Подсистема анализа и принятия решения:

- получив в заданном интервале времени сигналы от большого количества (десятки устройств) клиентских подсистем, находящихся в относительной близости друг от друга, принимает решение о наступлении события, а именно – распознавании интенсивного кратковременного звука, и начинает процедуры определения предполагаемого местонахождения и идентификации источника интенсивного кратковременного звука;
- получив в заданном интервале времени сигналы от некоторого количества (единицы устройств) клиентских подсистем, находящихся в относительной близости друг от друга, принимает решение о необходимости подтверждения наступления события, и начинает процедуру поиска предполагаемого события на клиентских подсистемах, расположенных в относительной близости от систем, идентифицировавших события. В случае подтверждения нахождения превышения уровней мощности над фоновым в заданный интервал времени на большом (десятки устройств) количестве

клиентских подсистем, которые после повторного анализа, отправили сигналы идентификации события на подсистему анализа и принятия решения, последняя начинает процедуру определения предполагаемого местонахождения и идентификации источника интенсивного кратковременного звука;

- получив в заданном интервале времени сигналы от одной или пары клиентских подсистем, находящихся в относительной близости друг от друга, принимает решение о ложном срабатывании и не принимает решение о регистрации интенсивного кратковременного звука (Malizia et al., 2009).
- В первых двух случаях подсистема анализа и принятия решения запускает следующие процедуры:
- определения предполагаемого местонахождения источника интенсивного кратковременного звука, – выполняется путем отправки запросов о текущем местоположении клиентских подсистем, зарегистрировавших наступление события. Полученные данные о местоположении клиентских подсистем и времени зарегистрированного события обрабатываются с помощью триангуляционных методов определения координат источника звука.
- идентификации источника интенсивного кратковременного звука (ИКЗ), выполняется путем отправки запросов на несколько клиентских подсистем, выбранных на основании наибольших разностей уровней ИКЗ и фонового шума о передаче ранее записанного звукового файла с идентифицированным ИКЗ. Полученные звуковые файлы передаются в подсистему идентификации звука для его последующей идентификации (рис. 1,2).

Подсистема идентификации звука принимает звуковые файлы с идентифицированным ИКЗ и осуществляет процедуру распознавания аудиособытия. Процедура включает в себя операции буферизации сигнала с перекрытием, предобработки сигнала, извлечения признаков (маркеров) сигнала, их постобработку, классификацию и обучение подсистемы. После идентификации источника сигнала, его тактико-технические характеристики (ТТХ) передаются в подсистему анализа и принятия решения для прогнозирования зон поражения. Используются такие характеристики как скорость и дальность распространения поражающих факторов источника ИКЗ, площадь возможного поражения (рис. 1,3).

Подсистема идентификации звука использует в своей работе базу данных с характеристиками определенных аудиособытий, возникающих при возникновении чрезвычайной ситуации. Для идентификации полученного звукового файла подсистема идентификации звука извлекает определенные признаки из полученного файла и сравнивает их с признаками эталонного звукового файла. Для повышения распознавания аудиособытия возможно формирование вектора признаков, состоящего из нескольких перечисленных методов формирования признаков.

Подсистема анализа и принятия решения. Подсистема анализа и принятия решения, получив ТТХ источника ИКЗ, определяет координаты зоны возможного поражения, идентифицирует клиентские подсистемы, которые находятся в зоне возможного поражения, и сообщает подсистемам оповещения и рекомендаций и правил поведения идентификаторы, попадающих в зону поражения, клиентских подсистем и идентификатор конкретный типа чрезвычайной ситуации (Choya et al., 2016).

Подсистема оповещения. Подсистема оповещения формирует сигналы оповещения о наступлении чрезвычайной

ситуации на полученные клиентские подсистемы (рис. 1,4).

Подсистема рекомендаций и правил поведения. Подсистема рекомендаций и правил поведения (рис. 1,5) производит поиск материалов, относящихся к конкретной чрезвычайной ситуации, и отправляет перечень ссылок на данный материал на находящиеся в зоне возможного поражения клиентские подсистемы (Dorasamy, Ramana & Kaliannan, 2017).

Выводы. Система АсЕН позволяет регистрировать сигналы о потенциальной угрозе, идентифицировать характер угрозы, динамику и направление ее распространения, производить оповещение пользователя системы с предоставлением рекомендаций и правил поведения при наступлении конкретной чрезвычайной ситуации. В качестве основного средства регистрации и первичной обработки акустических сигналов, передачи данных, коммуникации и оповещения пользователя системы в работе предложено использование широко распространенных в настоящее время смартфонов, подключенных к каналам передачи данных, формируемых сотовыми сетями мобильных операторов связи.

Предложены алгоритмы первичной и удаленной обработки сигнала для его наиболее точного детектирования. Изложены цели и задачи, выполняемые подсистемами, описана логика их работы.

Перелік використаних джерел

- Choya, S., Handmer, J., Whittaker, J., Shinohara, Y. Hatori, T., & Kohtake, N. (2016). Application of satellite navigation system for emergency warning and alerting. *Computers, Environment and Urban Systems*, 58, 12–18. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2016.03.003>
- Chub, I. A., Novozhilova, M. V., & Andronov, V. A. (2014). *Matematicheskie modeli i metody proektirovaniia sistem rannego obnaruzeniia pozhara*. Kharkiv: NUTcZU. 148 p. [In Russian].
- Dorasamy, M., Ramana, M., & Kaliannan, M. (2017). Integrated community emergency management and awareness system: A knowledge management system for disaster support. *Technological Forecasting and Social Change*, 121, 139–167. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.03.017>
- Fay, J. J., & Patterson, D. (2018). Chapter 15 – Emergency Management. In: *Contemporary Security Management (Fourth Edition)*, 301–339. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809278-1.00015-3>
- Ivanova, G. S., & Kozhushko, V. V. (2015). Analiz podkhodov k resheniiu zadachi raspoznavaniia intensivnykh kratkovremennykh zvukov. *Inzhenernyi vestnik*, 23, 123–129. Retrieved from: <http://engbul.bmstu.ru/doc/761252.html>. [In Russian].
- Khalemsky, M., & Schwartz, D. G. (2017). Emergency Response Community Effectiveness: A simulation modeler for comparing Emergency Medical Services with smartphone-based Samaritan response. *Decision Support Systems*, 102, 57–68. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2017.07.003>
- Kolomietc, V. (2015). *Analiz algoritmov audioanalitiki*. Khabrakhbr. Retrieved from: <https://habrakhbr.ru/company/synesis/blog/250935/>. [In Russian].
- Korniichuk, V. V., & Hrytsiuk, Yu. I. (2011). Prychyny vynyknennia ta osoblyvosti likvidatsii nadzvychnykh sytuatsii na elevatorakh. *Scientific Bulletin of UNFU*, 21(08), 120–129. Lviv: RVV NLTU Ukrainy. [In Ukrainian].
- Lvov, A. V., Agapov, M. N., & Tishhenko, A. I. (2010). Trianguliatciionnaia sistema opredeleniia koordinat istochnika zvuka. *Polzunovskii vestnik*, 2, 159–162. Retrieved from: http://elib.altstu.ru/elib/books/Files/pv2010_02/pdf/158lvov.pdf. [In Russian].
- Malets, I. O., & Hrytsiuk, Yu. I. (2011). Vprovadzhennia informatsiinykh tekhnolohii v upravlinisku diialnist pidrozdiliv Ministerstva

nadzvychnykh sytuatsii. *Scientific Bulletin of UNFU*, 21(14), 326–332. Lviv: RVV NLTU Ukrainy. [In Ukrainian].

Malets, I. O., Rak, T. Ye., & Hrytsiuk, Yu. I. (2011). Informatsiyni analiz strukturnykh komponent nadzvychnykh sytuatsii. *Intelektualni systemy pryiniattia rishen ta problemy obchyslivalnoho intelektu: mater. Mizhnar. nauk. konf., zb. nauk. prats.* (Vols. 1-2, vol. 2, pp. 62–67), 16–20 travnia 2011 r., m. Yevpatoriia. Kherson: Vyd-vo KhNTU. [In Ukrainian].

Malizia, A., Onorati, T., Diaz, P., Aedo, I., & Astorga-Paliza, F. (2009). SEMA4A: An ontology for emergency notification systems accessibility. *Expert Systems with Applications*, 37(4), 3380–3391. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.10.010>

Nazirov, E. K. (2015). Ispolzovanie zvukometrii v personalnoi sisteme opoveshheniia o nastuplenii chrezvychnoi situatsii. *Kompiuterni tekhnologii v miskomu ta rehionalnomu hospodarstvi: mater. Mizhnar. nauk.-prakt. internet-konf.*, (pp. 155–156). Kharkiv: KhNUMH im. O. M. Beketova. [In Russian].

E. K. Nazirov, T. O. Nazirova

Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, м. Харків, Україна

СИСТЕМА СПОВІЩЕННЯ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ "АСЕН"

Сповіщення населення про надзвичайні ситуації – це доведення до населення сигналів сповіщення та екстреної інформації про небезпеки, що виникають у разі загрози виникнення або виникнення надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру, а також у разі ведення військових дій або внаслідок цих дій, про правила поведінки населення і необхідності здійснення заходів щодо захисту. Описано принципи побудови та роботу системи розпізнавання надзвичайних ситуацій "АСЕН", побудованої на базі аудіоаналітики з використанням у ролі основного термінального обладнання смартфонів користувачів. Система дає змогу реєструвати сигнали про потенційну загрозу, ідентифікувати характер загрози, динаміку і напрямки її поширення, сповіщати користувача системи з наданням рекомендацій і правил поведінки в разі настання конкретної надзвичайної ситуації. Система складається з кількох підсистем і побудована за модульним принципом. Викладено мету і завдання, що виконують окремі підсистеми, описано логіку їх роботи. Усе це дасть змогу заздалегідь попереджати населення, органи влади, підприємства, організації, установи і навчальні заклади про виникнення надзвичайних ситуацій, а отже, адекватно реагувати на складні умови. У кінцевому підсумку – максимально скоротити втрати в людях і матеріальних цінностях.

Ключові слова: надзвичайна ситуація; організація сповіщення і зв'язку; системи сповіщення; сигнали сповіщення; цивільний захист населення; інформування.

E. K. Nazirov, T. A. Nazirova

O. M. Beketov National University of Urban Economy, Kharkiv, Ukraine

EMERGENCY NOTIFICATION SYSTEM "ACEH"

One of the key responsibilities of any government is to communicate and disseminate safety information and warnings to the general public in case of emergency. Providing alert communication in emergency situations is vital to reduce the number of victims. Many local governments and organizations that hold large, public events are adopting emergency notification systems in order to notify large groups of people in the event of an emergency. Reaching this goal is challenging due to users' diversity: people with disabilities, elderly and children, and other vulnerable groups. Notifications are critical when an emergency scenario is going to happen (e.g. a typhoon approaching) so the ability to transmit notifications to different kind of users is a crucial feature for such systems. Traditionally, warnings are issued by the government through a broadcast approach using communication channels such as TV and radio. Mobile emergency response applications involving location-based alerts and physical response of networked members increasingly appear on smartphones to address a variety of emergencies. Location-based emergency services and mobile alerts are becoming increasingly prevalent in the provision of emergency warnings. These new modes of emergency services have been adopted by several countries worldwide. This enables people to obtain necessary information anywhere (outdoor) and anytime during times of disaster. A satellite-based warning system could also be integrated with existing warning services and be used as a complementary technology. A decision maker can utilize system "ACEH" to generate a detailed simulation of different emergency response scenarios to assess the efficacy of smartphone-based response applications in varying geographic regions for a series of different conditions and processing. The article provides a highly concise overview and results. These studies can be used by officials and specialists in emergency planning in developing appropriate recommendations for protective actions and alert communication about emergency situations.

Keywords: emergency response; community; simulation; Emergency Response Information System (ERIS); emergency warnings.