

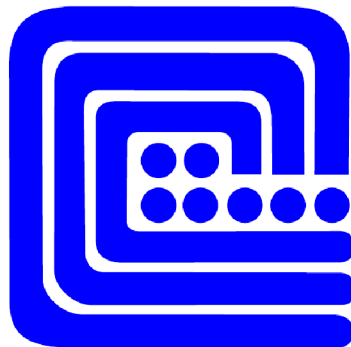
**Міністерство освіти і науки України  
Національна академія наук України  
Академія технологічних наук України  
Інженерна академія України  
Інститут проблем математичних машин і систем НАН України  
Глінвордський університет, Великобританія  
Технічний університет Лодзі, Польща  
Інститут прикладної математики імені М.В. Келдиша РАН, Росія  
Гомельський державний університет ім. Ф.Скорини, Білорусь  
Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка  
Чернігівський державний технологічний університет**

**ВОСЬМА МІЖНАРОДНА  
НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ**

*24-28 червня 2013р.*

**МАТЕМАТИЧНЕ ТА ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ  
МОДС 2013**

**Тези доповідей**



**Чернігів-Жукин 2013**

УДК 004.94(063)

ББК 22.193(06)

М 34

Друкується за рішенням вченої ради Інституту проблем математичних машин та систем НАН України.

Математичне та імітаційне моделювання систем. МОДС 2013:  
**М34** Восьма міжнародна науково-практична конференція. Тези доповідей (Чернігів-Жукин, 24-28 червня 2013р.). - Чернігів, Черніг. держ. технол. ун-т, 2013. - 472 с.

У збірник включені тези доповідей, які були представлені на восьмій міжнародній науково-практичній конференції “Математичне та імітаційне моделювання систем. МОДС 2013”. В доповідях розглянуті наукові та методичні питання з напрямку моделювання складних екологічних, технічних, фізичних, економічних, виробничих, організаційних та інформаційних систем з використанням математичних та імітаційних методів.

**Редакційна колегія:**

Казимир В.В., д-р. техн. наук, професор ЧДТУ – голова  
Литвинов В. В. д-р. техн. наук, професор ЧДТУ  
Задорожній А.О., ЧДТУ  
Харченко М.В., ЧДТУ

УДК 004.94(063)

ББК 22.193(06)

© Колектив авторів, 2013

© Чернігівський державний  
технологічний університет, 2013

## ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1 СУЧАСНІ АСПЕКТИ МАТЕМАТИЧНОГО ТА ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ В ЕКОЛОГІЇ	21
А.Л. Ляхов, С.П. Алешин НЕЙРОСЕТЕВОЙ МОНИТОРИНГ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ДАННЫХ ПРИ МНОГОСПЕКТРАЛЬНОМ ЗОНДИРОВАНИИ ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ.....	22
М. Б. Демчук ПРАВОМІРНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ КОНТИНУАЛЬНОГО ПІДХОДУ В МОДЕЛЯХ ПРОМИСЛОВОЇ ЦЕМЕНТАЦІЇ ҐРУНТІВ .....	25
Л.М. Клінцов, О.А. Шевченко МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ БСК 5 СТИЧНОЇ ВОДИ ТА ПОГОДНІХ УМОВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ КОМПЛЕКСУ ОЧИСНИХ СПОРУД.....	29
В.В. Обламський СТВОРЕННЯ СТРАТЕГІЇ ЕФЕКТИВНОЇ БОРОТЬБИ З ЛІСОВИМИ ПОЖЕЖАМИ ШЛЯХОМ ЇХНЬОГО МОДЕЛЮВАННЯ .....	31
А.Ю. Переварюха ГИБРИДНЫЙ ПОДХОД К СЦЕНАРНОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ РЕЖИМОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ БИОРЕСУРСОВ .....	33
С.Н. Дидковкая, Е.А. Евдин, А.В. Халченков, И.В. Ковалец ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ СИСТЕМЫ ЯДЕРНОГО АВАРИЙНОГО РЕАГИРОВАНИЯ JRODOS ДАННЫМИ ЧИСЛЕННОГО ПРОГНОЗА ПОГОДЫ.....	37
С.О. Заїка, О.Л. Ляхов, А.Т. Лобурець, Ю.В. Величко АГЕНТНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЦИРКУЛЯЦІЇ РЕСПІРАТОРНИХ ВІРУСІВ У МІСЬКИХ ЕКОСИСТЕМАХ.....	38

М.В.Савельев ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА СОЗДАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ОБЪЕКТА «УКРЫТИЕ» .....	42
А. О. Демиденко ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ: ІНТЕГРОВАНЕ УПРАВЛІННЯ ЧИ КОНТРОЛЬ ЗА ДОТРИМАННЯМ СТАНДАРТИВ.....	47
Р.И. Демченко, М.Сорокин МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЛН В ЗОНЕ ПРИРОДНЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ БЕРЕГОЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛИ SWASH.....	49
Р.И. Демченко, П.С. Коломиец ВОЛНОВЫЕ НАГРУЗКИ ЦУНАМИ В ПРИБРЕЖНОЙ И БЕРЕГОВОЙ ЗОНАХ СООРУЖЕНИЙ.....	52
П.В.Дикий, М.Й.Железняк, П.С. Коломієць, С.Л. Ківва, М.В. Сорокін МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ РЕГІОНАЛЬНИХ ЗМІН КЛІМАТУ НА ЕРОЗІЮ БЕРЕГІВ ЗАХІДНОГО КРИМУ .....	56
О.М. Землянський, В.Є. Снитюк ТЕХНОЛОГІЯ ПОСТПРОГНОЗУВАННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ НЕБЕЗПЕЧНОЇ ХІМІЧНОЇ РЕЧОВИНИ В ПІСЛЯАВАРІЙНИЙ ПЕРІОД .....	60
Р.В. Беженар, В.С. Мадерич, К.-Т. Jung МОДЕЛЮВАННЯ ДОВГОСТРОКОВОЇ ДИНАМІКИ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ РАДІОНУКЛІДІВ У МОРСЬКОМУ СЕРЕДОВИЩІ ПІСЛЯ АВАРІЇ НА АЕС ФУКУСИМА ТА ОЦІНКА ОТРИМАНИХ ДОЗ НАСЕЛЕННЯМ В РЕЗУЛЬТАТІ СПОЖИВАННЯ ЗАБРУДНЕНИХ МОРЕПРОДУКТІВ .....	62
А.В. Бойко, М.Й.Железняк, С.Л. Ківва, И.В. Ковалец, О.И. Удовенко МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ЕКСТРЕМАЛЬНЫЕ ПАВОДКИ В БАСЕЙНЕ РЕКИ УЖ.....	65

І.О.Бровченко, В.С. Мадерич, К.-Т. Jung ВПЛИВ СИЛИ КОРІОЛІСА НА РОЗТІКАННЯ НАФТИ ПРИ НЕПЕРЕРВНОМУ ТА МИТТЄВОМУ РОЗЛИВІ.....	69
Е.В. Терлецкая, И.О. Бровченко, В.С. Мадерич ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВНУТРЕННИХ ВОЛН ВТОРОЙ МОДЫ ПРИ ФРОНТАЛЬНОМ СТОЛКНОВЕНИИ.....	72
К.В. Терлецька, В.С. Мадерич, І.О. Бровченко, Т. Галіпова, Ю. Пеліновський ТРАНСФОРМАЦІЯ ВІДОКРЕМЛЕНОЇ ВНУТРІШНЬОЇ ХВИЛІ НА СХОДИНЦІ В РЕЛЬЄФІ ДНА: ВТРАТА ЕНЕРГІЇ .....	75
А.Л. Ляхов, Е.А. Бородина ИНДИВИДУАЛЬНОЕ СРЕДСТВО ОПОВЕЩЕНИЯ ОБ ОПАСНОСТИ В ШАХТЕ .....	77
Е.А. Евдин, Н.Н. Дзюба, М.И. Железняк, П.С. Коломиец РАЗВИТИЕ И ВНЕДРЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПАВОДКОВ НА РЕКАХ СТЫРЬ И ДНЕПР .....	83
С.В. Шатохін, А.І. Заславський, О.В. Шатохіна, О.І. Удовенко, А.В. Локоть СИСТЕМА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДТРИМКИ КЕРУВАННЯ СТАНОМ ТЕРИТОРІЇ УРАНОВИХ ХВОСТОСХОВИЩ.....	85
В.М. Юзевич, Б. П. Коман АЛГОРИТМІЧНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНЮВАННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРІАЛУ ТВЕРДИХ ТІЛ .....	88
С.В. Ярмолик, Д.И. Чиркун, А.Э. Левданский, Э.И. Левданский МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАЗДЕЛЕНИЯ ПОРОШКОВ НА ФРАКЦИИ В ГРАВИТАЦИОННОМ КЛАССИФИКАТОРЕ .....	92

3. Talipova T., Terletska K., Maderich V., Brovchenko I., Jung K.T., Pelinovsky E., Grimshaw R. Internal solitary wave transformation over a bottom step: loss of energy. // *Physics of Fluids*, 2013. 25, 032110; doi: 10.1063/1.4797455
4. Grimshaw, R., Pelinovsky, E., Talipova T. Fission of a weakly nonlinear interfacial solitary wave at a step. // *Geophysical and Astrophysical Fluid Dynamics*, 2008. 102. – P. 179–1948.

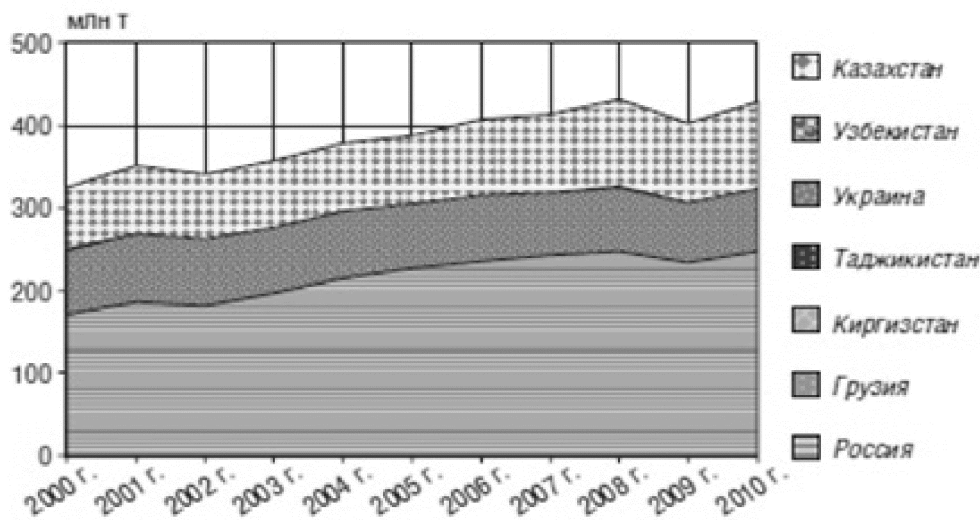
УДК 004:65.011.3:622.8 - 032.35

## ИНДИВИДУАЛЬНОЕ СРЕДСТВО ОПОВЕЩЕНИЯ ОБ ОПАСНОСТИ В ШАХТЕ

А.Л. Ляхов, Е.А. Бородина

*Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка, Украина*

**Проблема безопасности в угольной промышленности.** За последние двадцать лет добыча угля в Украине растет быстрыми темпами (рис. 1). Лидирует Донецкая область. В 2011 г. в Донецкой области добыто 36,3 млн. т угля (темп роста к уровню 2010 г. – 131,1%). При этом все больше угля добывается в шахтах с глубоким залеганием пластов, расположенных в горных массивах со сложными свойствами и трудно предсказуемой динамикой их состояния.



*Рис. 1. Рост добычи каменного угля в последние десять лет*

При этом, за последние двадцать лет на шахтах Украины погибло более 5 000 человек, что свидетельствует об отставании в темпах развития систем безопасности труда в угольной промышленности.

Одним из путей решения этой проблемы является создание автоматизированных систем безопасности, сочетающих в себе свойства АСУ и СППР, на что выделяется большие средства (в 2010 г., например, 100 млн. грн., система УТАС) что, в целом, повысило уровень безопасности.

Несмотря на эти несомненные успехи, число пострадавших по-прежнему не соответствует международным стандартам. Предлагается разрабатывать компоненты системы безопасности, предназначенные выработки персональных инструкций.

Компонентами автоматизированных систем безопасности являются подсистемы сбора данных о состоянии горного массива и шахты, локализации персонала и оборудования, и диспетчерская служба, осуществляющая функции мониторинга и интерпретации этих данных, а также принятия решения, выработки инструкций и оповещения персонала (рис. 2).



Рис. 2. Функциональная модель первого уровня системы защиты потенциально опасного объекта

Системы безопасности шахт (рис. 2), вырабатывают, как правило, инструкции определяющие способ действия группы людей (смена, бригада и т.п.). В условиях относительно высокой заработной платы (в 2012 г. до 5000 грн. в среднем для наземных и подземных рабочих против 3000 грн. по Украине) и высокого уровня безработицы страх потери рабочего места является реальной угрозой для работающего шахтера.

Однако в условиях коллективного труда и присутствия внешнего наблюдателя (семья, администрация, конкуренты среди членов коллектива, безработные) этот постоянно действующий страх превращается в доминанту поведения, подавляющей страх перед угрозой аварии (известный эффект социальной фасилитации [4]). Существенным является то, что это уже доминанта не индивидуального, а группового поведения, превращающаяся в объективный фактор, ослабляющий личную ответственность и инстинкт сохранения индивида.

Предлагается дополнить автоматизированную систему безопасности компонентами, которые информируют шахтера об уровне опасно-

сти, угрожающей непосредственно ему и выдают персональные инструкции по снижению уровня этой опасности. Эффективность системы безопасности в целом должна возрасти за счет:

- осознания индивидом непосредственной угрозы, усиления инстинкта самосохранения, ослабления влияния эффекта социальной фасилитации и, таким образом, повышения реакции и ответственности при принятии групповых решений;
- персональных инструкций, дополняющих коллективные с учетом индивидуальных факторов.

**Индивидуальные средства в автоматизированной системе безопасности.** В настоящее время функции индивидуальные средств в автоматизированных системах безопасности состоят в контроле положения персонала в выработках и в подаче ему сигналов при угрозе или в случае аварии. Созданы они, как правило, на основе архитектуры, показанной на рис. 3.

Система строится по двухуровневому иерархическому принципу с разделением ее на нижний и верхний уровни (рис. 3) [2]. Нижний уровень состоит из стационарных радиоконтроллеров, устанавливаемых в узловых точках шахты и радиочастотных модулей, встроенные в головные светильники шахтёров. Также в систему входит многопортовый сетевой коммутатор, предназначенный для объединения всего технологического оборудования в единую сеть передачи данных. Верхний уровень представляет собой несколько автоматизированных рабочих мест диспетчера, объединенных в локальную вычислительную сеть.

Принцип работы такой системы следующий. Информация о местонахождении шахтера поступает диспетчеру по оптическому каналу связи. Позиционирование осуществляется путем фиксации сигнала с персональных светильников. Вся информация передается на главный сервер, находящийся в диспетчерской. С помощью специального программного обеспечения диспетчер может отследить местонахождение каждого горнорабочего (рис.4) [2]. Оповещение осуществляется голосом с помощью кабельной связи, инструкции являются общими.

Отличие второй системы состоит лишь в том, что для связи используется беспроводная технология сети, а для отслеживания персонала используется RFID технология, что является преимуществом. Как известно, RFID является одной из технологий автоматической идентификации, в котором посредством радиосигналов считываются или записываются данные, хранящиеся в так называемых транспондерах, или RFID-метках (рис.5) [3].



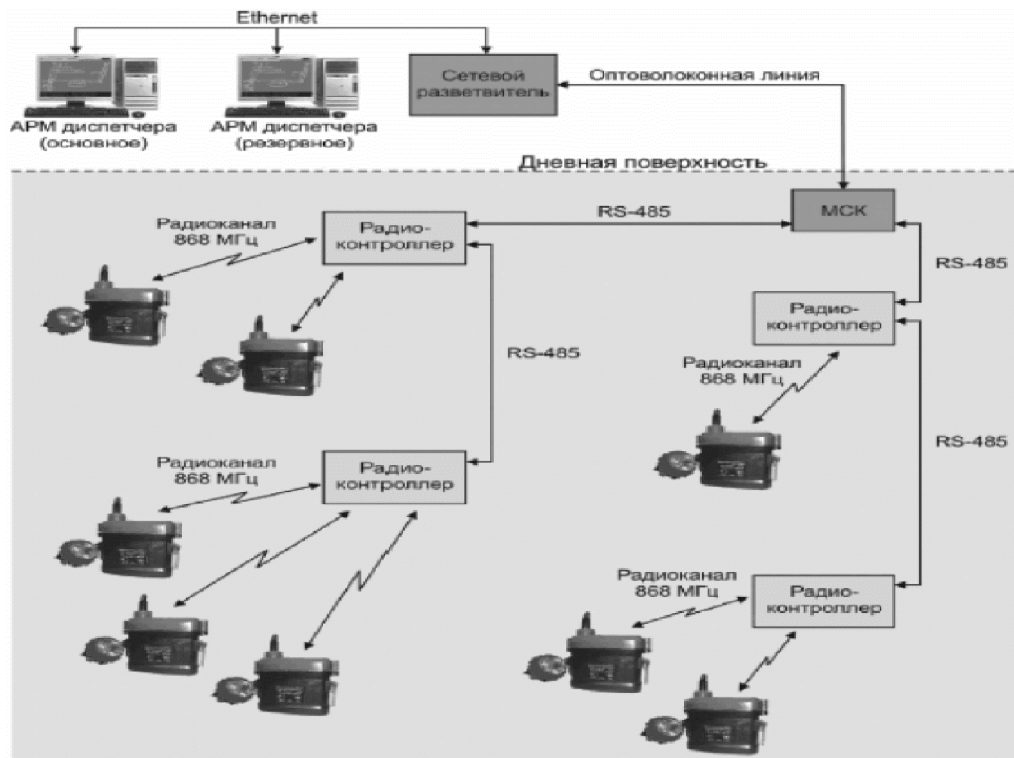


Рис. 3. Структура системы наблюдения и оповещения представлена

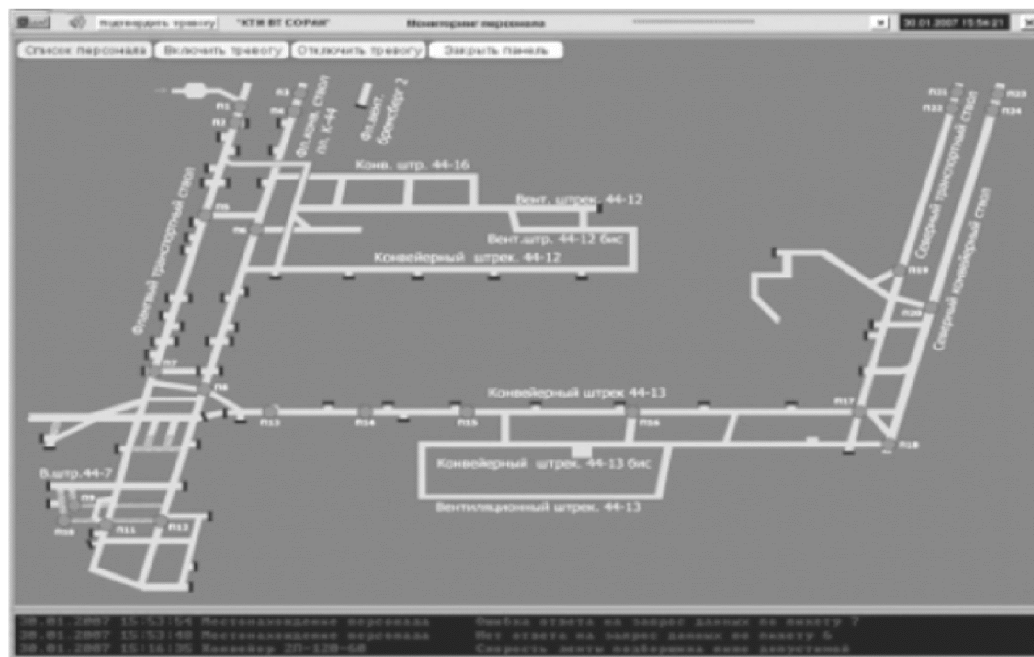


Рис. 4. Главное окно программы интерфейса диспетчера

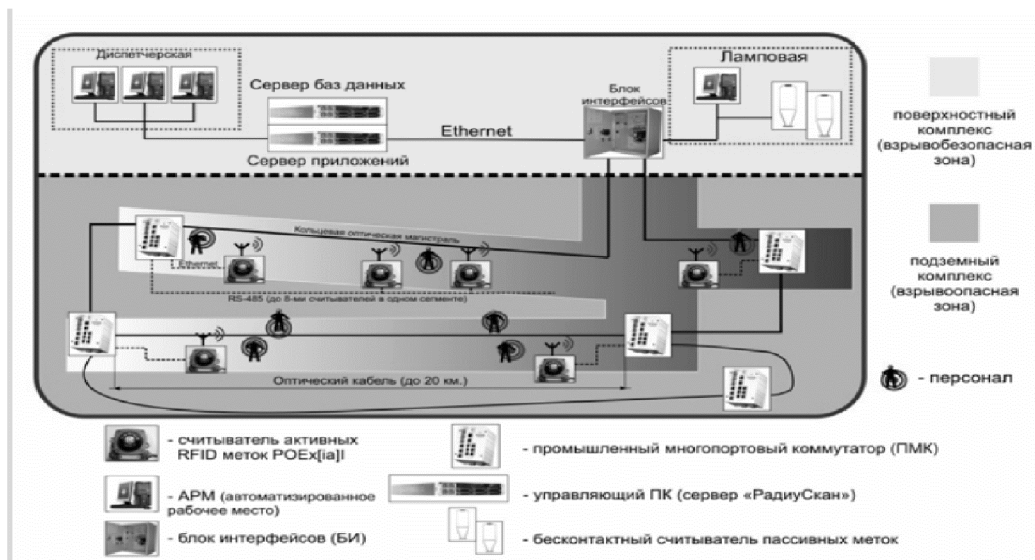


Рис. 5. Структура наблюдения системы местоположения подземного персонала с применением RFID-меток

**Требования к индивидуальной компоненте системы безопасности.** Предлагается разработать периферийное аппаратно-программное устройство автоматизированной системы безопасности, которым оснащается шахтер и которое должно удовлетворять требованиям:

**Требования к индивидуальной компоненте системы безопасности.** Предлагается разработать периферийное аппаратно-программное устройство автоматизированной системы безопасности, которым оснащается шахтер и которое должно удовлетворять требованиям:

1. Функциональные требования (на рис. 2 показано пунктиром):
  - отслеживать в режиме реального времени местонахождение в шахте и состояние шахтера;
  - получать информацию об источнике, оценивать уровень персональной опасности;
  - определять местонахождение, в котором риски снижаются до приемлемого уровня;
  - выработать соответствующие инструкции и информировать шахтера.
2. Технические требования:
  - техническое решение с использованием RFID;
  - устройство должно быть портативным, противоударным и герметичным, способным работать в широком диапазоне температур;
  - оснащено дисплеем, на котором в режиме реального времени отражается рабочая зона и местоположение владельца устройства, а при появлении источника опасности – его положение и возможные зоны укрытия;

- подавать звуковой, световой и вибро - сигнализации о появлении источника опасности и выходе из строя.

Метод определения укрытия. Возможность нахождения укрытия рассмотрим на простой геометрической модели, когда в плоской области  $\Gamma$  с кусочно-гладкой границей, находится объект  $B$  и источник воздействий, представляющий опасность для этого объекта. Распространение поражающего фактора происходит радиально от источника и изотропно, подобно излучению. Необходимо найти такую область (тень)  $\Gamma' \subset \Gamma$ , при нахождении в которой объект не подвергается опасному воздействию.

В выпуклой области нет тени при любом расположении источника, что следует из определения выпуклой области [1]. На рис. 6 показана невыпуклая область. Построим нормаль к плоскости, в которой находится область и выберем направление обхода области.

Возможны два случая расположения тени: а) тень справа от касательной; б) тень слева от касательной.

В случае а) точка касания луча является точкой входа в тень. Суть алгоритма нахождения тени состоит в: определении последовательности узловых точек на границе области  $\Gamma$ ; нахождении точки входа, подобной  $O$  на рис. 6; проверке условия, что последовательность векторов  $\{N, IO, IA\}$ , где  $A$  – последовательность узловых точек, следующих за  $O$ , является правой тройкой. Множество точек границы  $OA$ , для которых это условие выполняется, является границей тени  $\Gamma'$ .

Рис. 6. Модель рабочей зоны в виде плоской области с источником опасности  $I$ .

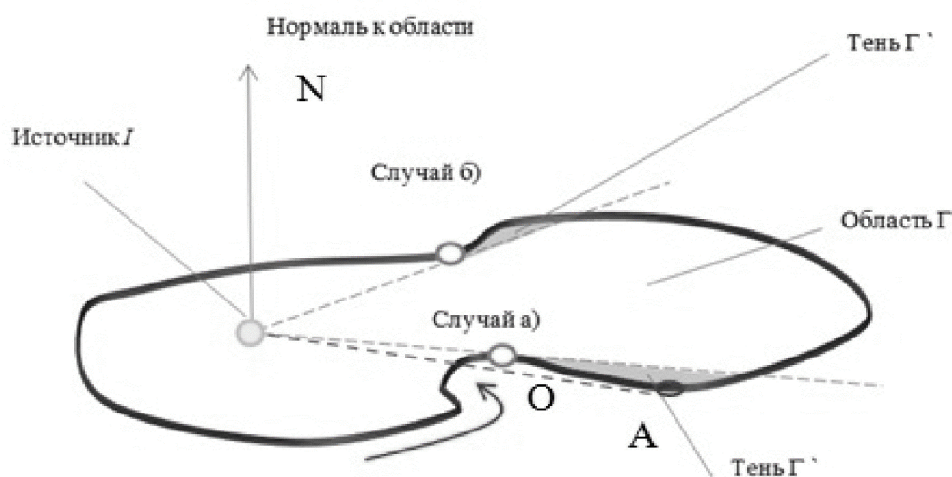


Рис. 6. Модель рабочей зоны в виде плоской области с источником опасности  $I$

Легко видеть, что при изменении направления обхода области точка касания в случае б) также становится точкой входа в тень. Алгоритм

аналогичен с учетом того, что, граница тени образуется последовательностью точек с убывающими номерами, и тройка векторов, подобная  $\{N, IO, IA\}$ , будет левой.

### **Литература**

1. Благодарный А.И., Гусев О.З., Журавлёв С.С., Зензин А.С., Золотухин Е.П., Каратышева Л.С., Колодей В.В., Михальцов Э.Г., Чейдо Г.П., Шакиров Р.А., Шакиров С.Р. Автоматизированная система наблюдения, оповещения и поиска персонала при авариях в шахтах [Электронный ресурс] / научно-технический журнал «Горная промышленность» / – Режим доступа: <http://www.mining-media.ru/ru/article/anonsy/687-avtomatizirovannaya-sistema-nablyudeniya-opoveshcheniya-i-poiska-personala-pri-avariyakh-v-shakhtakh> – 2009 – №1 – С.34.
2. Внедрение уникальной системы комплексной безопасности на Краснодонугле [Электронный ресурс] / Ментивест/ – Режим доступа: <http://coal.metinvestholding.com/ru/press/news/show/1894>.
3. Подсистема «РадиусСкан» системы "Радиус-2" определения местонахождения персонала в шахте [Электронный ресурс] / Научно-внедренческий инженерный центр «Радиус» / – Режим доступа: <http://www.radius-nvic.ru/>.
4. Кондратьев М. Ю., Ильин В. А. Азбука социального психолога-практика. – М.: ПЕР СЭ, 2007. – 464 с.

УДК 517.957

## **РАЗВИТИЕ И ВНЕДРЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПАВОДКОВ НА РЕКАХ СТЫРЬ И ДНЕПР**

Е.А. Евдин, Н.Н. Дзюба, М.И. Железняк, П.С. Коломиец

*Институт проблем математических машин и систем НАН Украины, Украина*

Системы поддержки принятия решений (СППР) по реагированию на чрезвычайные ситуации гидрометеорологического характера для их оперативного использования должны эксплуатироваться в соответствующих подразделениях прогнозирования гидрометеорологической службы. В ИПММС в последние годы успешно развиваются одномерные и двумерные прогностические модели распространения паводков в реках и затопления пойменных территорий. Для их успешного внедрения в практику оперативного прогнозирования в отделе гидрологических прогнозов Украинского гидрометцентра (УГМЦ) необходима интеграция моделей в программные системы, снабженные настолько гибким и "дружественным" пользовательским интерфейсом, чтобы системы могли успешно использоваться инженерами - гидрологами, без специального трейнинга в области математического моделирования. В работе представлены выполненные в 2012 -2013 годах и протестированные во время весеннего паводка 2013 года модификации информационной системы двумерного гидродинамического за-