

УДК 004.932.75

## ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ КОМПЛЕКСИ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ І ПОПЕРЕДЖЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ НА ОСОБЛИВО ВАЖЛИВИХ ОБ'ЄКТАХ

М. Васюхін, А. Касім  
Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України

В. Гулевець, О. Бойко  
Національний авіаційний університет

### Постановка проблеми у загальному вигляді

З розвитком геоінформаційних технологій цифрові картографічні моделі місцевості та ГІС стали незаперечною альтернативою традиційним засобам картографічного моделювання, оскільки у сучасних ГІС застосовується увесь арсенал числових методів та потужних засобів комп'ютерної обробки, просторово-часового моделювання, накопичення, поширення і візуалізації інформації, зокрема й з використанням глобальних інформаційних мереж. Формування саме таких електронних геоінформаційних ресурсів та широке використання новітніх технологій відповідає сучасним потребам у розв'язанні задач виявлення та попередження надзвичайних ситуацій, що передбачають управління складними і динамічними процесами. Ці задачі вимагають вже не просто періодичного одномоментного картографування місцевості, а й постійного та комплексного моніторингу стану об'єктів, природних ресурсів та довкілля на основі баз геопросторових даних.

Зростаюча актуальність проблеми реагування на надзвичайні ситуації різного походження та запобігання таким ситуаціям, підвищення рівня терористичної діяльності зумовили широкий спектр досліджень і розробок у сфері інформатизації управління особливо важливими об'єктами, до яких належать президентські палаци, аеродроми, аеропорти, вокзали, атомні станції, заводи, що працюють з токсичними речовинами та інші стратегічно важливі об'єкти, та удосконалення моделей, методів та засобів побудови систем захисту таких об'єктів.

### Основна частина

Одним з прикладів таких систем є базовий комплекс засобів конфігурування і управління розподіленими інтерактивними геоінформаційними комплексами оперативної взаємодії (ІГК ОВ) "Геокарта", структуру якого подано на рис. 1. ІГК ОВ становлять особливий клас автоматизованих систем реального часу, іноді званих оперативними системами спостереження, інтерактивними відеотермінальними комплексами, системами інтерактивної машинної графіки і т.п. [1–4]. Їх важливим компонентом є людина. Саме вона взаємодіє з рухомими об'єктами, спостережуваними на фоні карти в реальному часі.

Комплекс "Геокарта" складається зі системи введення та первинної обробки даних про об'єкти та параметри їхніх зображень, центрального обчислювального комплексу і системи оперативної взаємодії.

Система введення і первинної обробки даних про об'єкти (вимірювальні координати) містить радіолокаційні засоби – 1, засоби оперативного введення картографічних даних та даних про зображення символів рухомих об'єктів – 2, засоби введення реальних сцен (за допомогою телевізійних пристроїв ТП) – 3 та засоби введення даних аерофотозйомки і прецизійних знімків – 4.

Система оперативної взаємодії містить засоби відображення символів, які рухаються на кольоровому картографічному фоні – як на звичайних моніторах – 9, так і на екрані колективного користування, а також засоби, що забезпечують введення–виведення зображень: редакційно-видавнича система на базі лазерного гравіювального автомата ЛГА, необхідного для створення твердих копій динамічних сцен, МОЗАІКА – пристрій друку кольорових зображень великих форматів і роздільної здатності, графічний пристрій – ПАГ-500, необхідний для викреслювання точних зображень, які містять

картографічний матеріал та координатну сітку, пристрій друку знаковитезуючий – ПДЗ. За допомогою системи оперативної взаємодії оператор чи група операторів-фахівців забезпечують роботу комплексу в інтерактивному режимі (10 – пристрій видачі мовних сигналів). Як система генерації кольорової статичної і динамічної інформації та її відображення на екрані колективного користування використана система “Унікон”, яка призначена для підтримки інтерактивної взаємодії оператора з комплексом та для відображення в реальному часі повітряної обстановки, дані про яку видаються з імітатора, зібраного на базі касетного модуля зовнішньої пам’яті.

Отже, ці дві системи здатні виконувати введення, первинну обробку, по-перше, даних про об’єкти, що рухаються, і, по-друге, зображень місцевості та їх відображення у вигляді динамічної сцени – завдяки інтерфейсу 8. У цьому випадку ІГК ОВ працює в інформаційному режимі, який дає змогу відображати динамічну сцену, але не надає можливості оператору здійснювати управляючі дії, необхідні для розв’язання основних прикладних задач. Такі дії стають можливими у разі під’єднання центрального обчислювального комплексу ЦОК, який забезпечує управляючий (основний) режим роботи ІГК ОВ.

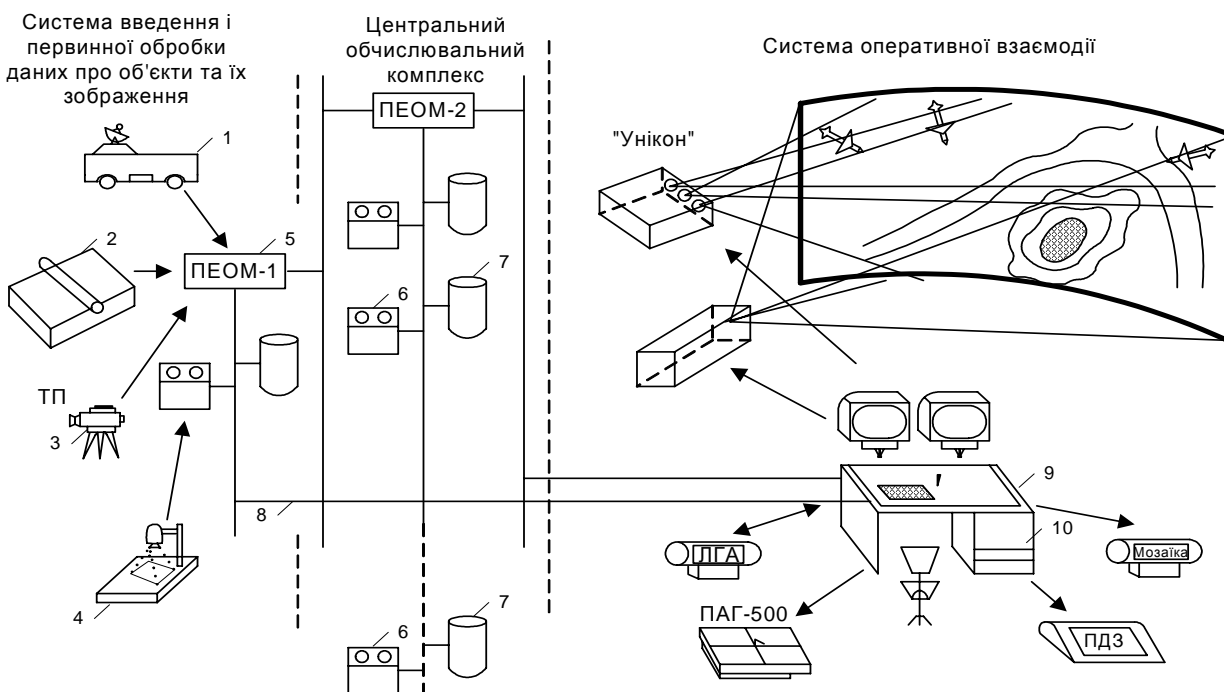


Рис. 1. Структурна схема інтерактивного геоінформаційного комплексу оперативної взаємодії “Геокарта”

ЦОК, що розв’язує прикладну задачу, має могутні обчислювальні засоби, характерною особливістю яких є наявність значних обсягів пам’яті б і 7 для зберігання карт різних масштабів та призначення, а також прикладних програм і апаратури для розв’язання основних задач у реальному часі. До задач виявлення і попередження надзвичайних ситуацій на особливо важливих об’єктах можна віднести задачу безпеки польотів – розведення літаків в районі крупних аеропортів.

Загалом комплекс “Геокарта” забезпечує виконання таких функцій.

1. Обробка і перетворення картографічних матеріалів (карт сухопутних, морських, зоряного неба) за допомогою таких пристроїв, як дигітайзер, сканер і телекамера, масштабів 1:10000, 1:50000, 1:100000, 1:200000, 1:500000, 1:1000000.

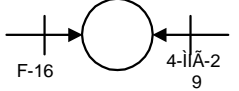
2. Введення і перетворення даних про рухомі об’єкти, що характеризують їхнє місцезнаходження (кут місця, азимут, висота або дальність) та створення специфічних характеристик (формулярів), які додатково характеризують ці об’єкти.

3. Ручне введення алфавітно-цифрових та графічних даних за допомогою маніпулятора типу “миша” і клавіатури.

4. Перетворення географічної інформації на бази картографічних даних на основі засобів F20S і ArcView.
5. Перетворення систем координат: Гаусса–Крюгера в систему Меркатора і навпаки.
6. Оновлення геобаз, зшивання суміжних геобаз в режимах: один до одного, один до багатьох і багато до багатьох, імпорт та експорт геобаз.
7. Управління базами картографічних даних, ведення, оновлення, збереження, видачі географічних даних та різноманітної довідкової інформації.
8. Візуалізація цифрової картографічної інформації на звичайних моніторах та пристроях відображення інформації на великому екрані.
9. Виготовлення електронних слайдів (растрових зображень).
10. Масштабування фрагментів зображень, виведення фрагментів декількох зображень у заданих вікнах екрана.
11. Створення символічної бази даних та відображення символів на екранах за заданими координатами з пріоритетом відносно кольорового картографічного фону. В табл. 1 наведено приклади зображень символів об'єктів.

Таблиця 1

**Приклади зображень символів об'єктів**

	<p>Аеродроми: 1 – загального призначення; 2 – третього класу з ЗПС 1200–1700 м.; 3 – другого класу з ЗПС 1800–2400 м.; 4 – першого класу з ЗПС 2500–3000 м.; 5 – позакласні з ЗПС 3500 й більше; 6 – ґрунтовий; 7 – гідроаеродром.</p>
	<p>Аеродромна ділянка дороги із зазначенням її ширини (50м) та довжини (2200м), яка підготовлена для зльотів і посадок літаків.</p>
	<p>Коридор прольоту авіації із зазначенням висоти та напрямку прольоту.</p>
	<p>Повітряна битва із зазначенням кількості та типів літаків.</p>
	<p>Повітряний бій із зазначенням кількості та типів літаків, висоти й часу його проведення.</p>
	<p>Прикриття винищувачами військ (об'єктів з положення чергування в повітрі із вказівкою кількості, типів літаків, висоти та часу прикриття).</p>
	<p>Визначення літаків щодо призначення, умов базування, спеціалізації: 1 – ракетносець; 2 – винищувач-бомбардувальник; 3 – винищувач; 4 – штурмовик; 5 – винищувач ППО; 6 – розвідувальний; 7 – бомбардувальник; 8 – протичовновий; 9 – палубний; 10 – гідролітак; 11 – РЕБ; 12 – радіоелектронного виявлення; 13 – наведення і цілевизначення; 14 – санітарний; 15 – РХБ розвідки.</p>

12. Обертання складних символів з одночасним їх переміщенням на екранах заданою траєкторією або за поточними координатами.

13. Виведення на великий екран: картографічної інформації; символів статичних об'єктів; символів рухомих об'єктів. Кількість типів символів – необмежена. Розмір матриць, що складають растровий символ, від 8x8 до 32x32.

14. Отримання твердих копій динамічних сцен на фоні напівтонового кольорового картографічного зображення.

Макет комплексу “Геокарта” складається з пристрою відображення інформації на великому екрані колективного користування розміром 2,5 м по діагоналі в режимі SVGA 1024x768, з палітрою 256 кольорів та яскравістю 150 кд/м<sup>2</sup>.

Засоби обміну з аналогічними віддаленими комплексами передбачають модемний зв'язок, який надає можливість з'єднання цих комплексів у відповідну мережу.

Базовий комплекс може бути застосований в центрах оперативного управління повітряними, наземними і морськими системами або об'єктами, а також в різних системах оперативного управління промисловістю, транспортом, сільським господарством, економікою та екологією, наприклад, при побудові автоматизованої системи агроекологічного моніторингу і паспортизації земельних територій, що звільняються в процесі конверсії [5].

До надзвичайних ситуацій, що можуть статися на території особливо важливих об'єктів або на прилеглих до них зонах, належать також пожежі.

Розроблена система управління пожежегасінням регіону (“Полум'я”) являє собою комплекс програмно-технічних засобів візуалізації оперативної обстановки в районі пожежі.

Особливістю цієї системи є виконання вимог оперативного введення і виведення різноманітних схем, креслень, поверхових планів, а також наявність екрана колективного користування для візуалізації руху та дій рухомих засобів пожежної охорони на фоні карт населених пунктів або схем комунікацій та інших схем крупних пожежезабезпечених об'єктів, таких, наприклад, як нафтопереробні заводи, значні ділянки лісів, які можуть горіти.

Виконувана робота ґрунтувалася на аналізі інформаційних потоків, які діють у галузі пожежної охорони України та охоплюють республіканський та обласний рівні.

На першому рівні – на рівні Головного управління пожежною охороною ГУПО – вимагається забезпечити як статичною (нерухомою), так і динамічною (рухомою) відеоінформацією керівництво галуззю, а також керівництво її основних ланок на рівні головних управлінь: оперативного управління, пожежної безпеки і т.д. Тут, як і у “Геокарті”, передбачено виведення такої інформації як на звичайні екрани моніторів, так і на великі екрани колективного користування (як великий екран було застосовано відображаючий екран вітчизняного виробництва з розміром по діагоналі 2,5 м) та відеопроєкційний пристрій ВПП високої роздільної здатності (1024x768 точок, 256 півтонів R, G, B).

На другому рівні – на рівні обласних УПО – вимагалось забезпечити аналогічними видами інформації керівництва відповідних служб обласного управління пожежної охорони в необхідних обсягах для цього рівня управління.

Дослідження задач побудови програмно-технічних засобів візуалізації системи ГУПО, яка є складовою частиною інформаційної управляючої системи пожежної безпеки України (ІУС ПБУ), показали, що роботу комплексу візуалізації можна розділити на дві складові частини: підготовчу та основну.

У першій частині – підготовчій – проводиться дигіталізація (оцифрування) картографічних даних та інших зображень і здійснюється приведення до вигляду, зручного для використання в основній частині. Підготовка даних здійснюється в будь-який зручний для користувача час.

У другій частині – основній – проводиться візуалізація цифрової картографічної інформації та розв'язання прикладних задач, зокрема й розв'язання задач виведення складних символів, що рухаються, на кольоровому картографічному фоні в реальному часі.

Блок-схему комплексу візуалізації обстановки в системі управління пожежної безпеки наведено на рис. 2. Картографічна інформація, яка міститься у вихідних картографічних матеріалах (ВКМ), за допомогою дигітайзера і програми дигіталізації перетворюється на цифрову форму – цифрові моделі місцевості – ЦММ. Програма-конвертор [6] перетворює ЦММ, усуваючи надмір-

ність даних, в проміжні робочі файли, які є основою для створення бази картографічних даних. Система управління базою графічних даних СУ БГД виконує функції створення, ведення, оновлення та підтримки цілісності даних.

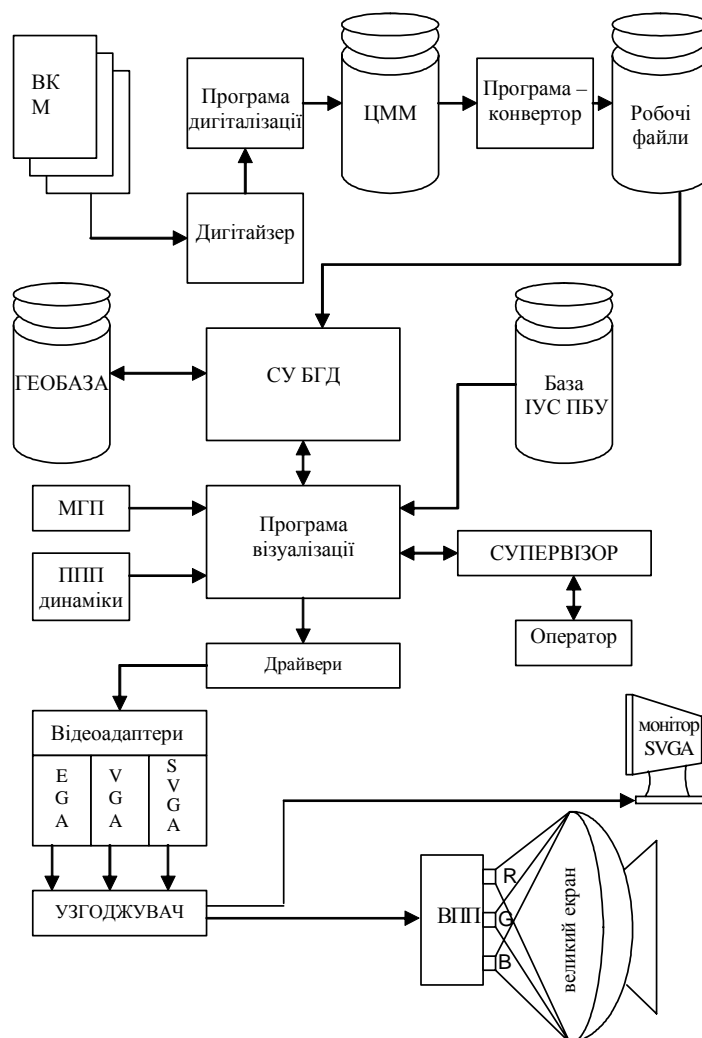


Рис. 2. Блок-схема комплексу візуалізації обстановки в системі управління пожежною безпекою

Управляюча програма – супервізор – здійснює дружній інтерфейс програми візуалізації з оператором і дає змогу відображати картографічну інформацію, проводити з нею різні маніпуляції, синтезувати на екрані оперативну обстановку з пожежами, які мають просторову прив'язку, та забезпечувати виведення складних графічних символів, що рухаються на кольоровому картографічному фоні.

Програма візуалізації під управлінням супервізора, отримавши за запитом дані з географічної бази і бази даних, накопичуваних в ІУС ПБУ, використовуючи мову графічних примітивів (МГП) та процедури пакета прикладних програм відображення динамічних складних символів (ППП динаміки), формує графічне зображення, фрагмент якого відображається на екрані дисплея, а повне зображення виводиться через ВПП на великий екран.

Комплекс забезпечує реалізацію таких функцій:

- маніпулювання картографічними даними;
- отримання статистичної інформації про пожежі;
- оперативне управління гасінням крупних пожеж.

Маніпулювання картографічними даними дає змогу проводити їх масштабування, ідентифікацію картографічних об'єктів, а також відображати графічні символи на кольоровому карто-

графічному фоні за заданими координатами. Масштабування картографічних даних полягає у візуалізації вибраної області перегляду в заданому масштабі.

Під оперативним управлінням гасінням крупних пожеж розуміється процес збирання, передачі в автоматизовану систему управління пожежної охорони (АСУ ПО) та візуалізації на екрані (зокрема й на великому) інформації про пожежу, а також прийняття керівником гасіння пожежі (КГП) того чи іншого рішення, залежно від оперативної обстановки та подачі управляючої команди.

Процес оперативного управління гасінням крупної пожежі за допомогою системи “Полум’я” схематично зображено на рис. 3. Пропонована схема управління гасінням пожеж є двоступеневою. На першому рівні (рівні ГУПО–УПО) центральний штаб з гасіння пожежі ЦШГП аналізує інформацію, що надходить у АСУ ПО про динаміку гасіння пожежі з візуалізацією на великому екрані зони поширення вогню, розстановки пожежної техніки та особового складу, карти-схеми об’єкта, що горить, і дає КГП свої рекомендації щодо управління гасінням пожежі, не втручаючись при цьому в цей процес. Конкретні рішення щодо управління гасінням пожежі та подачу управляючих команд виконує КГП, який знаходиться безпосередньо на місці події (другий рівень управління).

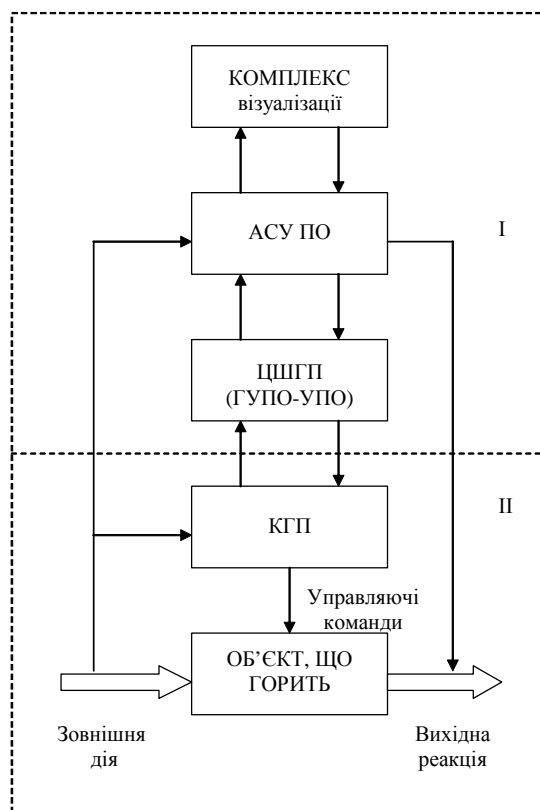


Рис. 3. Структурна схема автоматизованої системи управління гасінням великих пожеж

Оскільки сама пожежа й, відповідно, технологія її гасіння – процеси швидкоплинні, дуже важливим моментом стало введення до системи “Полум’я” радіозв’язку. З цією метою як прийомо-передавальна радіостанція була застосована радіостанція “Віола 1”.

Загалом система “Полум’я” має такі параметри:

- роздільна здатність відеоінформації, що вводиться: не нижче 6 ліній/мм;
- шкала градацій сірого 30 Дб;
- введення в систему і зберігання картографічних зображень будь-яких масштабів;
- побудова графічних зображень за допомогою покажчика у разі ручного введення з пульта оператора (план-схема об’єкта, поверховий план будівлі і т.п.);
- колірне кодування відеоінформації в палітрі не менше 256 за кожним основним кольором R,G,B;

- виведення різних кольорових зображень у вікні, складеному з не менш 300000 адресних точок;
- візуалізація складних рухомих символів, кількість яких повинне бути не меншою за 7;
- масштабування зображень;
- організація роботи фізичного, каналного та мережного рівня обчислювальної радіомережі відповідно до прийнятих міжнародних стандартів;
- метод доступу в канал – множинний доступ з контролем несучої. Швидкість обміну 75, 150, 300, 1200, 2400, 4800, 9600 Бод (залежно від типу радіостанції, що використовується);
- цілодобовий прийом і збереження повідомлень;
- робота радіозасобів у режимі необслуговуваного симплексного ретранслятора.

### **Висновки та рекомендації**

Отже, інтерактивні геоінформаційні комплекси оперативної взаємодії можуть застосовуватись в авіації, морському флоті, службах пожежегасіння, де вони істотно підвищують рівень управління відповідними об'єктами та процесами.

### **Література**

1. Гилой В. Интерактивная машинная графика: Структуры данных, алгоритмы, языки. Пер. с англ. – М.: Мир, 1981. – 384 с.
2. Фоли Дж., вэн Дэм А. Основы интерактивной машинной графики: В 2-х книгах. Пер. с англ. – М.: Мир, 1985. – Кн. I – 368с., Кн. II – 368 с.
3. Роджерс Д. Алгоритмические основы машинной графики: Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 512 с.
4. Павлидис Т. Алгоритмы машинной графики и обработки изображений: Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1986. – 400 с.
5. Васюхін М.І. Проблеми розробки наукових основ побудови автоматизованої системи агроекологічного моніторингу та паспортизації земельних територій, вивільнюваних в процесі конверсії // Доповіді НАН України. – К., 2001. – № 6. – С.73–77.
6. Васюхін М.І. Метод построения программы-конвертора картографической информации для комплекса визуализации системы управления пожарной охраной крупного города // Управляющие системы и машины. – 2001. – № 4. – С.8–12.

### **Геоінформаційні комплекси реального часу для виявлення і попередження надзвичайних ситуацій на особливо важливих об'єктах**

М. Васюхін, А. Касім, В. Гулевець, О. Бойко

Описано геоінформаційні комплекси реального часу для виявлення і попередження надзвичайних ситуацій на особливо важливих об'єктах: для безпечного розведення літаків в аеропортах, а також для оперативного управління гасінням крупних пожеж.

### **Геоинформационные комплексы реального времени для выявления и предупреждения чрезвычайных ситуаций на особо важных объектах**

М. Васюхін, А. Касім, В. Гулевец, Е. Бойко

Описаны геоинформационные комплексы реального времени для выявления и предупреждения чрезвычайных ситуаций на особо важных объектах: для безопасной разводки самолетов в аэропортах, а также для оперативного управления тушением крупных пожаров.

### **Geoinformation complexes of the real time for exposure and warning of extraordinary situations on especially important objects**

M. Vasyuhin, A. Kasim, V. Gulevets, E. Boyko

Description of geoinformation complexes of the real time for exposure and warning of extraordinary situations on especially important objects is resulted: for the decision of task of safe divorce of airplanes in airports, and also for the operative control of extinguishing of large fires.