

## ФОРМИРАНЕ И ИЗСЛЕДВАНЕ НА ИНТЕЛИГЕНТНА ИНТЕГРИРАНА МОБИЛНА СИСТЕМА ЗА МОНИТОРИНГ НА КРИТИЧНА ИНФРАСТРУКТУРА

Георги Сотиров, Евгений Хубенов, Зоя Чифлиджанова

*Институт за космически изследвания и технологии – Българска академия на науките  
e-mail: GSotirov@mail.space.bas.bg*

**Ключови думи:** критична инфраструктура, информационно-комуникационни системи, мониторинг, Интернет

**Резюме:** Темповете и посоката на съвременния научно-технически прогрес изискват нови съвременни идеи в методологията на изграждане на интегрирани системи за дистанционен контрол на критична инфраструктура (КИ). Те трябва да са съобразени и с новите поколения информационно-комуникационни системи, призвани да осигурят мобилност на абонатите и гъвкавост в използването на различни скорости на предаване в конкретните приложения. Целта е в статията да се предложи съвременно решение за интелигентна система за мониторинг за защитата на критичната инфраструктура на база мобилна комуникационна-информационна система за събиране, агрегиране, обработка и презентирание в реално време на потоци от информационни обекти в Интернет среда на база формирана безпилотната авиационна система (БАС) с IP транспорт на управлението на БЛА и телеметрични данни от БЛА.

## FORMATION AND RESEARCH OF AN INTELLIGENT INTEGRATED MOBILE SYSTEM FOR MONITORING OF CRITICAL INFRASTRUCTURE

Georgi Sotirov, Evgeniy Hubenov, Zoya Hubenova

*Space Research and Technology Institute – Bulgarian Academy of Sciences  
e-mail: GSotirov@mail.space.bas.bg*

**Keywords:** critical infrastructure, information and communication systems, monitoring, Internet

**Abstract:** The pace and direction of modern scientific and technological progress require new modern ideas in the methodology of building integrated systems for remote control of critical infrastructure (CI). They must also be in line with the new generations of information and communication systems, designed to provide subscriber mobility and flexibility in the use of different transmission speeds in specific applications. The article aims to propose a modern solution for an intelligent monitoring system for the protection of critical infrastructure based on a mobile communication and information system for collecting, aggregating, processing, and presenting in real-time streams of information objects in the Internet environment based on unmanned aerial vehicles (UAV) with IP transport of UAV control and telemetry data

### Въведение

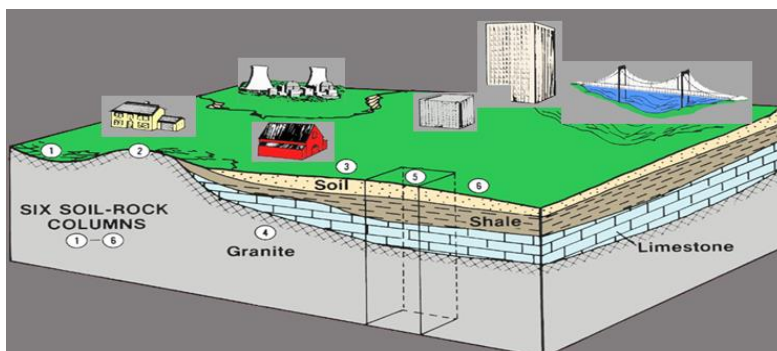
Според Закона за защита при бедствия в Република България [1] и документи на Европейската комисия [2] „критична инфраструктура” (КИ) е система, елемент или части от нея, които са от основно значение за поддържането на жизненоважни обществени функции, здравето, безопасността, сигурността, икономическото или социалното благосъстояние на населението и чиито нарушение или унищожение би имало значителни негативни последици за Република България или страна членка в резултат невъзможността да се запазят тези функции.

При решаване на редица основни задачи, произтичащи от комплексната безопасност и мониторинга на КИ в България съществуващата тенденция е да се използват платформи със сензори, или платформи за агрегиране на данни от стационарни и мобилни сензори, които са мобилни – монтирани на превозно средство или на безпилотни летателни апарати (БЛА) [3].

Мониторингът на критична инфраструктура на базата на подобни технически решения се налага при необходимост от доставка и анализ на данни от спешно инсталирани сензори по повод на конкретна ситуация, например пожари и ограничаването им в отдалечени местности, химически замърсявания в голям обем и с висока динамика с опасност за живота и здравето на хората, при необходимост от спешен оглед и експертна оценка на щети в обекти от КИ.

В определенията за инфраструктура се очертават две множества от елементи изградени от човека на местността [4]:

1. Обекти и съоръжения изградени и предназначени за цялостния мирновременен живот.



Фиг. 1. Критична инфраструктура [4]

2. Обекти, създадени и предназначени за управление на кризи и военна инфраструктура.

Анализът на изпълнението на функции в интерес на сигурността на страната и на гражданския сектор показва, че с помощта на БЛА могат да се реализират две задачи – превантивна и активна [5, 6]. Превантивната задача предполага събиране и анализиране на изпреварваща и достоверна информация за различни кризисни процеси, а активната – информационно осигуряване на вземането на решение от оторизираните от държавата органи в процеса на разрешаване на конкретна кризисна ситуация.

### Теоретична обосновка на проблема, подходи и методи

Защитата на КИ и действията при бедствия и аварии е задача на държавата, поради което подходът към подобни технически решения, които могат да бъдат разработени и да се ползват и от собственици, оператори на КИ или други оператори, трябва да е системен. Системните функции, необходими да изпълнение на задачите на системата, обусловени от нейните цели са:

- *Доставка и обработка на данните в реално време с висока скорост* – налага се от динамичния им характер на пространствени данни, които пряко или непряко указват специфично местоположение или географски район и на неотложността на задачите, които обслужват и предимството при спасяване на човешки живот при обслужване на бедствия и аварии;

- *Защита на данните* – от формирането им в сензорите, при транспорта им в мрежата, при формирането на информационни обекти с добавяне на метаданни, при обработката им със специфични приложения. Това се определя от принципа за поверителност, като достъпът да информацията да се предоставя по необходимост;

- *Гъвкаво форматиране на информационните обекти* с цел включването им в други информационни системи (предимно на държавата) във връзка с функциите и отговорностите им за КИ;

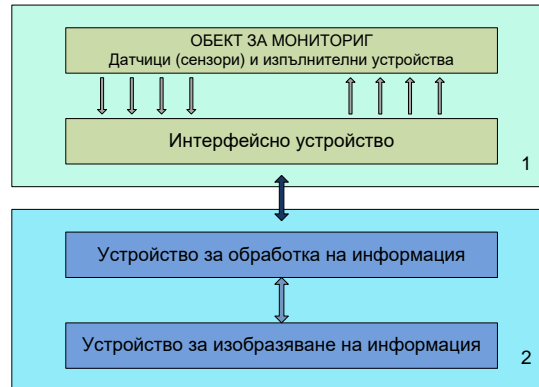
- *Класифициране на данните и информацията*, гъвкава класификация и управление на достъпа – налага се от едновременното действие на принципите за поверителност и публичност, когато информацията е от пряко значение за живота и здравето на хората;

- *Интеграция, обработка, форматиране презентирание на получените в резултат на мониторинга резултати* с цел максимално удобство за практическо използване в реално време и осигуряване на възможност за включване на резултати от мониторинга на Информационната мрежа за предупреждение за критична инфраструктура (CIWIN);

Осигуряването на публично достъпни данни от системата за мониторинг, основано на опита в държавите-членки на ЕС, е показало, че за успешното въвеждане на дадена

инфраструктура за пространствена информация е важно да бъдат предоставени безплатно минимален брой услуги на обществеността. Предоставянето на мрежови услуги следва да се извършва при пълно спазване на принципите, свързани със защитата на личните данни (съгласно Директива 95/46/ЕО на ЕП). Динамичните граници на обекти на КИ предполагат отсъствие на класически стационарни системи за мониторинг и липса на априорна информация за необходими сензори и датчици.

Класическите системи за мониторинг с канали за управление могат да бъдат представени чрез структурна схема, представена на фиг. 2. Групата от елементи 1 се определя от спецификата на обекта за наблюдение, а групата от елементи 2 се определя от спецификата на обработката и представянето на резултатите от мониторинга [7].



Фиг. 2. Структура на мониторинговата система

**Изискванията** към мобилна система за мониторинг на КИ, които не са присъщи за съществуващите класически решения, са:

- Системата трябва да е мобилна и да осигурява мониторинг на параметри от пространствено разпределени мобилни сензори при висока динамика на данните в труднодостъпни или опасни за човек области и при необходимост от доставянето на данни в реално време;

- Системата за мониторинг да бъде интегрирана и да осигурява работа с датчици с различен интерфейс и сензори за различни физически величини. Интеграцията на данни предполага работа със сензори, осигуряващи данни от различни информационни клъстери, получени от сензори на мобилния носител или получени от други сензори през мобилен възел за събиране на данни;

- Системата трябва да бъде модулна поради ограничения обем и тегло на носителя, ако той е БЛА. Тава се налага от изисквания за гъвкавост, породена от това, че едни и същи събития, свързани с КИ предполагат различни по тип сензори за мониторинг. Например: видеонаблюдение в реално време при възникване и гасене на пожар, термокамери за откриване на активни точки след овладяване на пожара, датчици за замърсяване на въздуха от различен тип в по-широка географска област;

- Системата да осигурява автоматизирано събиране или автоматично агрегиране на данни без необходимост от работа на оператор на място с използване на БЛА;

- Системата трябва да осигурява комплексен мониторинг на сензори в региона на интерес: 1) да осигурява в реално време автоматизирано събиране и агрегиране на потоци от данни от сензори от различен клас; 2) привързване на данните с пространствено-временната информация и класа на сензора в информационен обект; 3) експортиране на обектите в Интернет, където има достатъчен изчислителен ресурс за обработка и презентиране;

- Системата трябва да осигурява оперативен и удобен за работа мониторинг, който включва: обработка на резултатите от мониторинга и предоставяне на произволно избран носител с достъп до Интернет през мобилен телефон, таблет или персонален компютър в реално време в подходящ за устройството и състоянието на мрежовата връзка формат; да позволява въвеждане на оперативни препоръки, разпореждания и предложения от обслужващата системата организация;

- Системата трябва да осигурява интелектуален мониторинг, например обработка на изображения за насочване на вниманието на обслужващия персонал на терен, откриване и сигнализиране с прагови аларми на допустими величини, прогнозиране на трендове, генериране на метаданни за експорт към други информационни системи.

Оценката и анализът на състоянието на КИ са от изключителна актуалност, защото е пряко свързана с основния проблем за безопасността, сигурността, икономическото или социалното благосъстояние на населението. Усъвършенстването на технологията за изследване на рискови обекти от критичната инфраструктура трябва да е непрекъснат процес, обновяван в светлината на развитието на съвременните научни постижения и върхови технологии. Краткият хронологичен преглед на историята на защитата на критичната инфраструктура показва, че проблемът се разисква от няколко години насам, като акцентът пада върху заплахата от тероризъм.

### Концепция за създаване на за интелигентна система за мониторинг на КИ на база безпилотната авиационна система

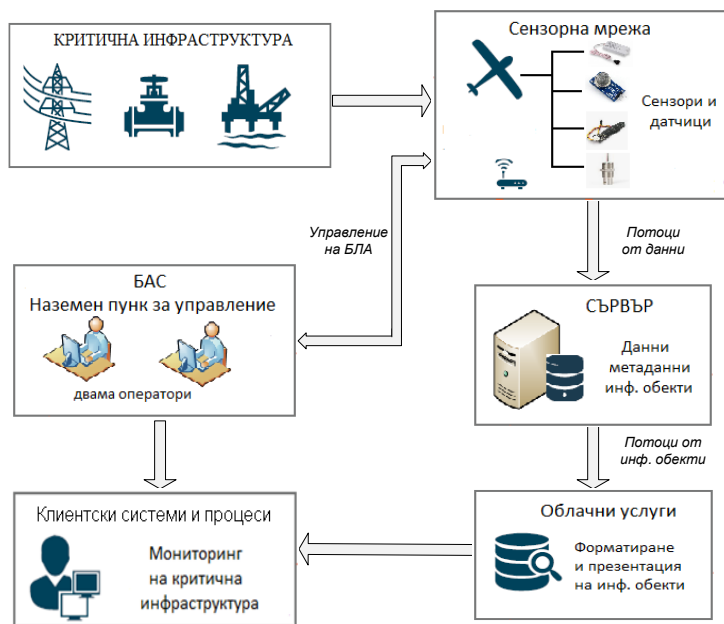
Целта на изследванията са да се предложат нови съвременни иновационни решения за интелигентна система за мониторинг за защитата на критичната инфраструктура на база мобилна комуникационна-информационна система за събиране, агрегиране, обработка и презентиране в реално време на потоци от информационни обекти в Интернет среда.

Разкриването на същността и съдържанието на понятието “инфраструктура” е продиктувано и от някои нови изисквания, стоящи пред органите за управление на риска:

- определяне на критичните елементи от инфраструктурата – жизнено важни за функциониране на националното стопанство и сигурността на държавата;
- осигуряване ръководителите от всички звена с оперативна информация, която се характеризира с голямо количество и плътност на обмена;
- документите трябва да съответстват на изискванията на системите за автоматизирана обработка.

Широкото разпространение на БЛА осигурява възможност за появата на нови комплексни научно-изследователски задачи. Като начало възникна необходимостта от изследвания и решения в областта на мрежите за БЛА и тяхното управление. Мащабното внедряване на безжичните сензорни мрежи и необходимостта от събиране на информация с тях в условия на труднодостъпни райони, водят до необходимостта от разглеждането на БЛА или мрежата от БЛА като елементи на мрежи с възможност за изпълнение на функции, които са в приложния слой на мрежовия модел. При това за събиране на информация със сензорни полета с използване на БЛА трябва да се използват протоколи на безжичните сензорни мрежи, а за предаване на информация – протоколи с общо използване и съвременни методи за тяхната идентификация и защита [8].

Технологичната последователност на етапите при решаване на задачите е показано на фиг.3.



Фиг. 3. Интегрирана мобилна система за интелектуален мониторинг на КИ

Концепцията за създаване на такава интелигентна система за мониторинг на КИ на база безпилотната авиационна система включва:

➤ Синтез на концептуален модел на системна комуникационно-информационна архитектура, избор на мрежови и информационни технологии, моделиране и разработка на структура и топология на мобилна мрежа и автоматизирана информационно-управляваща система с безпилотни летателни апарати и мобилни възли за интелигентен мониторинг и управление на критична инфраструктура и параметри на средата с обществена значимост;

➤ Формиране на безпилотната авиационна система (БАС) с IP транспорт на управлението на БЛА и телеметрични данни от БЛА. Оптимизация на мрежата и на системата за управление на БЛА за работа в мобилна мрежа за транспорт на данни 3G/4G. Създаване на пункт за управление на БЛА и за мониторинг с две работни места за оператор на БЛА и за оператор за интелигентен мониторинг с достъп през Интернет;

➤ Избор и обосноваване на информативни параметри, свързани с интелигентен мониторинг на критична инфраструктура, които отчитат динамиката на пространственото движение на датчиците и носителите, избор и обосновка на критериите за групиране и клъстеризация на сензорите по интерфейс на достъп до данните, по технология за отдалечен мобилен достъп и по предназначение. Обосноваване на структура и метаданни за формиране на информационни обекти от данните за мониторинг;

➤ Избор на технология и структура на мрежата за отдалечен достъп до сензорите и изпълнителните механизми, анализ и моделиране за оценка на възможностите за мрежата. Избор и обосновка на решенията за протоколни шлюзове към IP мрежа. Моделиране и оценка на техническите параметри и възможности на мрежовите решения. Разработка на конфигурации и практически решения за протоколните шлюзове и сензорите;

➤ Разработка на топология и структура на информационната система, избор на решенията за декомпозицията на данни от сензорите, които принадлежат към различни клъстери и на технологията им за експортиране в Интернет информационното пространство. Избор на начина на форматиране на данните и метаданните, на формите на презентиране и на управление на достъпа до тях в Интернет информационното пространство;

➤ Оценка на информационната сигурност на сензорната, комуникационната и информационната част от системата. Избор на решения за защита и за класифициране на данните и управление на достъпа в Интернет.

➤ Синтез, моделиране и разработка на структура и топология за IP виртуална частна мобилна мрежа със защита на данните и транспорт през мобилни мрежи за предаване на данни (3G/4G) с работни места за оператор за интелигентен мониторинг и както и интерфейси към протоколни шлюзове за други информационни подсистеми от сензори и към изпълнителни механизми с радиочестотен достъп и към Интернет.

Предназначението на мобилната комуникационно-информационна система е събиране, агрегиране и обработка в реално време на потоци от данни от клъстерно-организирано пространствено-разпределени сензори и към изпълнителни механизми, с последващо формиране на информационни обекти с необходимите метаданни и експортиране в Интернет за достъп, интегриране и ползване в състава на други информационни системи. Задачите, които система решава са осигуряване на двупосочен обмен на информация от мобилни и пространствено-разпределени, трудно достъпни или мобилни сензори и към изпълнителни механизми, свързани с мониторинг и управление на критична инфраструктура, както и агрегиране и обработка на данни и експортирането им като информационни обекти с Интернет достъп в реално време;

Предназначението на виртуалната мрежа е да осигури IP комуникационна свързаност в Интернет среда и с транспорт в мобилни мрежи за пренос на данни на безпилотни летателни апарати и други мобилни възли и елементите на безпилотната авиационна система – пункт за управление и мониторинг с работни места на оператор. Мрежата трябва да осигури високо ниво на системна автоматизация и автономност, транспорт на данни от и към Интернет, както и IP свързаност с протоколни шлюзове за други подсистеми на БАС, свързани с мониторинг, идентификация, проследяване, наблюдение и специфични функции на БЛА. На основание на избрана топология на мрежата да бъде направен избор на оборудване с икономическа обосновка и предложение за техническо решение по избрана топология и с очаквани технически параметри. Техническото решение трябва да осигури IP свързаност между елементите на БАС – БЛА и работни места за оператор, както интерфейси за шлюзове с други информационни подсистеми, свързани с управлението и функциите на БЛА;

Формирането на концепцията за Интернет на нещата (Internet of things), отчитайки технологичните особености на безпилотните летателни апарати, дава възможност да се създават нови приложения на тази концепция - летящи сензорни мрежи, които са тясно свързани и органично включени в комплекса от нови приложения на Интернет средата, споменати по-горе.

### **Заклучение**

С перспективата за превръщане на Република България в инфраструктурен възел на Балканите (енергиен, транспортен, ядрен – АЕЦ) нараства не само броят, но се променя и структурата на стратегическите обекти в страната. Увеличаването на дължината на нефтопроводите, газопроводите и пътните магистрали предполага използване на ефективни и евтини средства за наблюдение и контрол от въздуха каквито са БЛА. В това отношение нашата страна може да бъде лидер на Балканите. Създаването на интелигентна система за мониторинг на КИ, основан на приложение на летателна техника в реално време за мониторинг на елементи от критичната инфраструктура може да допринесе за реализация на широк спектър от научни и приложни изследвания в качеството им на услуга за оценка на безопасността и сигурността на КИ. Такива са:

- Анализ и прилагане на разработени и утвърдени методи за оптимизиране на мониторинга чрез използване на БЛА, свързани с Интернет с т.н. „целеви мрежи“ или „Ad-Hoc-мрежи“ за мониторинг в реално време на пространствени обекти;
- Метод и решение за обединяване на потоци от данни от сензори, разположени на динамични обекти, обработка и добавяне на метаданни и превръщането им в информационни обекти;
- Алгоритми и правила за работа на БЛА в условия на мобилни мрежи за транспорт на данни и за оптимизация на мрежата за подобряване на достъпността;
- Създаване на концепция за на БАС с изграждане на наземен пункт, като база за провеждане на експериментите и като място за развитие на тематиката;
- Създаване на база за иновационна модулна система за интегриран мониторинг като част от интегрирана система за сигурност с динамични „целеви мрежи“, автоматично събиране и анализ на данни с включване на елементи на изкуствен интелект – аларми, известия, автоматичен анализ на исторически данни и превантивен прогнозен анализ.

### **Литература:**

1. Закон за защита при бедствия, обн. ДВ. бр.102,2006г. ,изм. и доп. ДВ. бр.51,2016 г.)
2. Директива 2008/114/ЕО на Съвета на ЕС от 8.12.2008
3. Националната система за мониторинг на околната среда (НСМОС)
4. Kellogg, Anita, Preparing You to Protect Critical Infrastructure ,9300 Lee Highway, Fairfax, VA 22031 USA
5. Гецов, П., Национална аерокосмическа система за мониторинг и защита от природни екокатастрофи, Издателство „М. Дринов“,2014.
6. Стойчев, К., Сигурност и защита на обекти от критичната инфраструктура (планиране на непрекъснатостта на дейността), [Монография, НБУ, 2013
7. Critical Infrastructure Systems: Basic Principles of Monitoring, Control, and Security, Editors: Elias Kyriakides, Marios Polycarpou, Springer, 2015
8. Mohammed, F.; A. Idries ; N. Mohamed; J. Al-Jaroodi; UAVs for smart cities: Opportunities and challenges, International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS), 2014