

## АНАЛИЗ НА РИСКА И ЗАПЛАХИТЕ, ВЪРХУ КРИТИЧНАТА ИНФРАСТРУКТУРА ПРИ ПРИРОДНИ БЕДСТВИЯ, АВАРИИ И КРИЗИ НА ТЕРИТОРИЯТА НА РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ

Петър Гецов<sup>1</sup>, Бойко Рангелов<sup>2</sup>, Гаро Мардиросян<sup>1</sup>, Георги Сотиров<sup>1</sup>, Димитър Недялков<sup>1</sup>,  
Димо Зафиров<sup>1</sup>, Зоя Хубенова<sup>1</sup>, Павел Пенев<sup>1</sup>, Павлин Граматиков<sup>1</sup>, Евгени Хубенов<sup>1</sup>,  
Николай Загорски<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт за космически изследвания и технологии, Българска академия на науките, София,

<sup>2</sup>Минно-геоложки институт „Св. Иван Рилски“, София, България

e-mail: getsovp@space.bas.bg, brangelov@gmail.com

**Ключови думи:** Мобилна авиационна система, критична инфраструктура, бедствия и кризи

**Резюме:** Предложеният доклад е посветен на проблемите и задачите, свързани с анализа и синтеза на мобилна авиационна система за мониторинг на критичната инфраструктура на Република България при природни бедствия и кризи. Разгледани са съществуващите елементи на националната критична инфраструктура и е обоснована необходимостта от въздушен сегмент подпомагащ вземането на решение от оторизираните държавни органи.

## ANALYSIS OF THE RISK AND THREATS TO THE CRITICAL INFRASTRUCTURE DURING NATURAL DISASTERS, ACCIDENTS AND CRISES ON THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF BULGARIA

Petar Getsov<sup>1</sup>, Boyko Rangelov<sup>2</sup>, Garo Mardirosoyan<sup>1</sup>, Georgi Sotirov<sup>1</sup>, Dimitar Nedyalkov<sup>1</sup>,  
Dimo Zafirov<sup>1</sup>, Zoya Hubenova<sup>1</sup>, Pavel Penev<sup>1</sup>, Pavlin Gramatikov<sup>1</sup>, Evgeni Hubenov<sup>1</sup>,  
Nikolay Zagorski<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Space Research and Technology Institute, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria

<sup>2</sup>University of mining and geology “St. Ivan Rilski”, Sofia, Bulgaria

e-mail: getsovp@space.bas.bg, brangelov@gmail.com

**Keywords:** Mobile aviation system, critical infrastructure, disasters and crises

**Abstract:** The proposed report is dedicated to the problems and tasks related to the analysis and synthesis of a mobile aviation system for monitoring the critical infrastructure of the Republic of Bulgaria during natural disasters and crises. The existing elements of the national critical infrastructure are examined and the need for an air segment supporting the decision-making by the authorized state bodies is justified.

### Критична инфраструктура

Терминът „критична инфраструктура“ (КИ) е въведен в българското законодателство през 2005 г. с приемането на Закона за управление при кризи (ЗУК). Паралелно с дефиницията за КИ в ЗУК, в Република България се използват поне още четири подобни определения, съответно в Закона за отбраната и въоръжените сили, Закона за защита при бедствия и Закона на Държавна агенция „Национална сигурност“, както и в подзаконовите актове (наредби, постановления и др.). Това налага систематизиране и изграждане на единен понятиен апарат за КИ.

От анализа на литературни източници по темата, следва, че системите за КИ представляват обекти с потенциална опасност за персонала и населението. Критичната инфраструктура включва жизнено важни възли и елементи, като негативните въздействия върху нея могат да имат разрушителни последици [4]. Тези въздействия върху КИ могат да бъдат реализирани главно по три начина:

- компютърно въздействие;

- физическо разрушително въздействие;
- косвено разрушително въздействие.

Природните бедствия и техногенните аварии, въздействащи върху КИ, са свързани с втория и третия от горепосочените начини. Например, при пожар могат физически да се разрушат елементи на КИ, а при гръмотевична буря, придружена с мълнии, да се реализира косвено разрушително въздействие на КИ, като се изведе от строя за определено време системата ѝ за управление.

Основните ключови дейности при защита на КИ са: Анализ и моделиране на инфраструктурата; Прогнозиране; Анализ на околната среда; Анализ на микроикономиката; Моделиране и симулиране.

Извършеното проучване по разглежданата проблематика показва, че най-развитите държави определят самостоятелно обхвата на термина „критична инфраструктура“. За Република България най-важните сектори с КИ са енергетика, транспорт, информационни и комуникационни технологии, земеделие и храни, регионално развитие и благоустройство. Върху тези сектори с КИ могат да окажат физическо разрушително въздействие и косвено разрушително въздействие редица природни бедствия и техногенни катастрофи.

Проведените изследвания в днешно време [3] от водещи в технологично отношение държави сочат непрекъснато нарастване на честотата на природните бедствия и хуманитарни катастрофи и тяхната мащабност, както и връзката между отделните катаклизми, което води до загуба на човешки живот, нарушаване и разрушаване на КИ и големи материални щети.

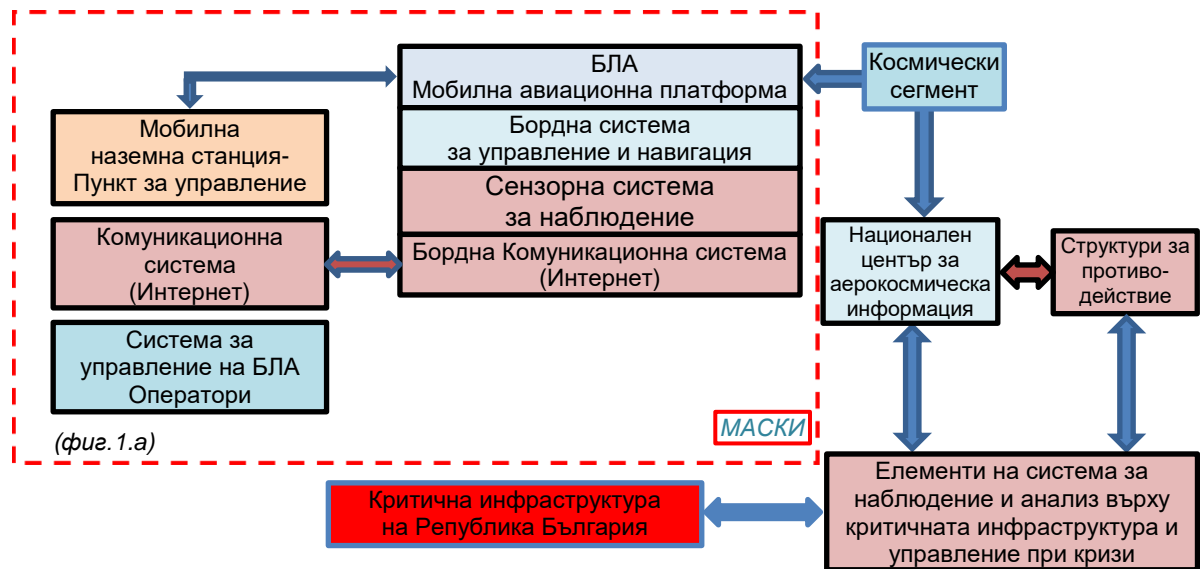
Според някои международни организации [7] посочените по-горе загуби за последните 20-30 години са по-големи от тези във военните и въоръжените конфликти за същия период.

От анализа на редица литературни източници [3] следва, че най-големи човешки и материални загуби предизвикват наводненията, ураганите, земетресенията и пожарите. В този контекст, по-конкретно за Република България, особено разрушителни и с негативни последици са наводненията, пожарите, мълниите и замърсяванията на водни площи. Това налага прилагане на широк комплекс от превантивни мерки и разработване на система за защита на КИ от най-вероятните за страната природни бедствия и техногенни аварии.

В хода на научната разработка по задача 1.1.6 от работния план за изпълнение на Национална научна програма „Сигурност и отбрана“ през следващите три години, при навлизане в същинската ѝ част, следва да се разработи Функционален модел на мобилна авиационна система за мониторинг на критичната инфраструктура (МАСКИ) от въздействие на природни бедствия и техногенни аварии е показана на Фиг. 1а. Моделът трябва да функционира за най-тежките варианти на физически и косвени разрушителни въздействия върху КИ.

На основание на горепосочения модел се предлага структура на мобилна авиационна система за мониторинг на критичната инфраструктура. (Фиг. 1б) [1].

**Структура на мобилна авиационна система за мониторинг на критичната инфраструктура**



Фиг. 1. Структура на мобилна авиационна система за мониторинг на критичната инфраструктура

При разработването на Функционалния модел и Структурата на системата за защита на КИ следва да се използва апарата на теорията на риска.

Етапите на синтезирането на мобилната авиационна система са следните: Намерения; Разполагане; Действие; Финансиране.

Особено важно е осигуряването на безопасност и управление на информацията свързано с: Проучване на входящата информация; Събиране на данни за техническите изделия за свързка; Анализ на системата; Определяне на критичните структури; Защита на информацията.

“Потенциално опасен обект” от критичната инфраструктура е този, който поради своите функции, размери или обслужвана зона може, при повтарящи се отклонения от нормалната експлоатация или при увреждане или разрушаване, да причини в големи размери увреждане на здравето на населението, смърт, материални щети или разстройване на жизненоважни социално-икономически дейности.

Значимостта на последиците се оценява в зависимост от междусекторни критерии. Те включват и последиците от междусекторните зависимости върху други видове инфраструктури.

„Анализ на риска“ означава отчитане на съответните сценарии за действие при различни заплахи, с цел да се направи оценка на уязвимостта и на потенциалните последици от нарушаването или унищожаването на критична инфраструктура.

Оценката на заплахите включва: Идентификация на опасностите; Разработване на сценарии със заплахите; Оценка на риска; Управление на риска.

От тях произлиза и необходимостта от създаване на мобилна авиационна система за наблюдение и контрол, което изисква:

а) разработване на методология за кинематичен модел и матрица за вземане на решения при системите за ранно предупреждение;

б) изследване на ефективността на кинематичния модел и системите;

в) практическо приложение на кинематичния модел за обект от критичната инфраструктура (на примера на АЕЦ Козлодуй) и изследване на възможностите за интегриране на модула към системи за други природни бедствия (напр. пожари, наводнения, свлачища и др.)

### **Безпилотни летателни апарати**

От проведеното първоначално проучване на съществуващите авиационни платформи могат да се представят следните:

- **коптери:** Bask Aerospace - AeroDrone MR4; CUAV - Xunwing X4; Hitec - SUI Endurance; Holybro - S500 V2 Kit; Holybro - X500 Kit; SkyRocket – Journey; TT Robotix - X-1300 EagleEyes Quadcopter; TT Robotix - H2-X6 Phoenix H6 Multicopter; TT Robotix - X-450 Scout Quadcopter; Various from UAVSystems; VimDrones Mazzy Star Drone - Light Show RTF;

- **хеликоптери:** TT Robotix - Thunder Hawk Helicopter; TT Robotix - SIRIUS Helicopter; TT Robotix - T-150 Maverick Helicopter; TT Robotix - CX-180 ICEMAN Helicopter;

- **самолети:** Dual RC - Elanus Duo; Event38 - e384; Hitec - HCS Xenon FX; MakeFLyEasy - Believer; MakeFLyEasy – Fighter; MakeFLyEasy - Striver Mini; mRobotics - Nano Talon; Various from UAVSystems;

- **самолети с вертикално излитане:** CUAV – Raefly; CUAV - Raefly VT260; Event38 - E400; FlyDragonDroneTech - FDG30; MakeFLyEasy - Fighter VTOL; MakeFLyEasy - Freeman 2300; MakeFLyEasy - Freeman 2100; MakeFLyEasy - Striver Mini VTOL; SpektreWorks - Cobalt 55 E-VTOL; SpektreWorks - Cobalt 55 G-VTOL; SpektreWorks - Cobalt 110 G-VTOL; Swan-K1;

- **автомобили:** AION ROBOTICS - R1 UGV; AION ROBOTICS - R6 UGV; AION ROBOTICS - M6 UGV; TT Robotix - Rhino 6x6; TT Robotix - Base 1 Rover.

От произведените в България авиационни платформи за целите на наблюдението и управлението на кризите при КИ може да се разработи „МОБИЛНА АВТОЖИРНА МНОГОФУНКЦИОНАЛНА АВИАЦИОННА СИСТЕМА” (МАМАС).

Автожирните авиационни системи са в етап на бързо развитие и на база на доказани предимства те намират все по-голямо приложение в системите за сигурност на много държави.

Тенденцията за нарастване на тяхното използване се дължи на доказаните им технологични предимства. Като основни такива могат да бъдат посочени следните: относително много по-ниска цена на авиационната и обслужваща техника, дори в сравнение с подобни леки вертолетни и самолетни авиационни системи; опростена конструкция, която позволява развъртане на производство в държави без традиции или прекъснати такива като България, в областта на авиационната индустрия; притежаване на необходимия височинно-скоростен диапазон и такъв за далечина и продължителност на полета за изпълнение на широк спектър от задачи в интерес на системата за национална и колективна сигурност; лесна и с ниска себестойност поддръжка в летателна годност, особено в условията на национално производство; лесна и с ниска себестойност подготовка на земен и летателен състав; съчетание на

предимствата на самолетна и вертолетна авиационна техника при условия на ежедневна експлоатация; позволява експлоатирането от неподготвени площадки с размери за излитане от (50 – 70) m и такива за кацане до 10 m, с възможност и за вертикално кацане и такова на подготвена лека корабна платформа с размери на (4 x 4) m и товараносимост до 500 kg; висока степен на сигурност на конструкцията, позволяваща продължителен жизнен цикъл; възможност за производство или бърза трансформация от пилотируем в безпилотен вариант, без това да изисква основни промени по конструкцията на летателния апарат.

В този смисъл решаването на ключови проблеми в областта на сигурността би могло да бъде постигнато в перспектива с развърщането на МАМАС, базираща способностите си на 6-то поколение модерни авиационни технологии.

Анализът на съществуващите продукти в рамките на необходимите за изграждане на МАМАС е на база на състава на системата за сигурност на Република България при възможни заявени инвестиционни намерения.

### **Система за управление и навигация**

В състава на бордната система за управление се използват мобилни носители (дронове, автожири и други летателни средства). На борда им се монтира хардуер на мобилна комуникационна-информационна система, като: автопилот, сензори, борден мобилен рутер и др., които осигуряват управление на мобилните носители и мониторинг на критичната инфраструктура.

За предлаганата информационна система е избран софтуера на ArduPilot, който има две части- бордна и наземна. Примери за съвременен борден хардуер на автопилот, съвместим с ArduPilot, са микропроцесорните системи: CUAV V5 Plus; CUAV V5 Nano; CUAV Nora; CUAV X7/ X7 Pro; Drotek Pixhawk3; CubePilot ; Holybro Durandal H7; Holybro Pix32 v5; Holybro Pixhawk 4; Holybro Pixhawk6X; Holybro Pixhawk6C; mRo Pixhawk; mRo Pixracer; mRo X2.1; Beagle Bone Blue (Linux). Тези автопилоти софтуерно се настройват да работят в режим: коптер, самолет, автомобил, подводница или антенен тракер.

За задача № 1.1.6. подходящи автопилоти са CubePilot и Holybro. Предлагат се на пазара готови за приложение завършени производствени образци на различни производители:

Бордната част на софтуер ArduPilot съдържа софтуерна част ARDUOPTER , която предлага следните функции на полета; Acro ; Ad-hoc commands in Flight; AirMode; Altitude Hold; Auto-level; Autonomous missions; Failsafes; Guided; Land; Loiter; Simple; Sport; Stabilize; PosHold; Return to launch и други.

### **Бордна комуникационна система**

Според Закона за защита при бедствия в Република България [4] и документи на Европейската комисия [3] „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 чието нарушение или унищожение би имало значителни негативни последици за Република България или страна членка в резултат на 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) [7]. Мониторингът на критична структура 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 [11]:

1. Обекти и съоръжения изградени и предназначени за цялостния мирновременен живот.
2. Обекти, създадени и предназначени за управление при кризи и военна инфраструктура.

### **Сензори за БЛА за наблюдение на критичната инфраструктура**

До голяма степен характеристиките на избраните видове платформи и безопасността на системата се определят от теглото и размерите на сензорната подсистема, използвана за наблюдение на зоната на отговорност в критичната инфраструктура. Съществуващите сензори

за откриване, класифициране и проследяване на признаците за заплахи от природни бедствия, аварии и кризи върху критичната инфраструктура са камери и системи, работещи във видимия и инфрачервения спектър, радары, „сонарни“ системи и др.

В Таблица 1 са дадени параметрите на радары, използвани в БЛА за наблюдение на критичната инфраструктура [9,10].

Таблица 1

Производител	Радар	Честота/ мощност на предаване	Обхват/ Зрително поле	Размери/ тегло	Захранване
	FMCW/ Доплер	10,5 GHz/ 10 mW		155×100×90 mm/ 230 g	10–42 V DC
Echodyne	Масив за електронно сканиране на метаматериали		3 km/ 120×80°	180×100×10 mm/ 750 g	
Unmanned Systems Research Institute	Радар с фазирана решетка		100 m	300 g	
InSAR	NanoSAR/Радар със синтетична апертура	X диапазон	1 km/1 m	158×190×114 mm/ 900 g	
Brigham Young University	MicroSAR	X диапазон (9,75 GHz)		120×800×400 mm/ 2,8 kg	12–18 V DC

Основен компонент на системите за наблюдение са камерите за наблюдение във видимия и инфрачервения спектър. Те са разположени на стабилизирани платформи с възможност за насочване на камерите към три координати в пространството.

Във видимата зона се използват камери за наблюдение, поддържащи Ultra High Definition TV (3840x2160) 4K стандарт с максимална разделителна способност 8М пиксела и камери за наблюдение, поддържащи HDTV стандарт (1920x1080) с максимална разделителна способност 2М пиксела.

В инфрачервения или топлинния спектър камерите за наблюдение поддържат значително по-ниска разделителна способност, като добрите проби достигат разделителна способност от 640x480 пиксела. Използват се за наблюдение при лошо време или други условия и през нощта. Обикновено се използват с камери за наблюдение във видимата зона, като двете изображения могат да се смесват.

#### **Мобилна наземна станция за управление**

При нея е необходимо да се разгледат задълбочено и да се определят характеристиките на следните елементи и системи:

- операторите на БЛА;
- наземна система за управление;
- наземна комуникационна система за управление;
- обосновка и разработка на комуникационна системна инфраструктура в Интернет среда;
- осигуряване на среда за управление на БЛА в публични мобилни мрежи за предаване на данни (4G, 5G);
- защита на данните с виртуална частна мрежа.
- представяне на информацията и осигуряване на работно място за оператори в мобилни мрежи за предаване на данни (4G, 5G).

#### **Разкриване на признаците за възникване на бедствия и аварии чрез космически мониторинг**

От анализа на природните бедствия и техногенни аварии през последните десетилетия следва, че най-големи човешки и материални загуби предизвикват наводненията, ураганите, земетресенията и пожарите [2], а за Република България особено разрушителни и с негативни последици са наводненията, пожарите, мълниите и замърсяванията на водни площи. Това налага прилагане на широк комплекс от превантивни мерки, включително разкриването на признаците на възникване на природни бедствия и техногенни аварии, въздействащи върху КИ на страната.

Сред съвременните методи и средства за мониторинг на природни бедствия и техногенни аварии особено ефективни и перспективни са аерокосмическите средства за дистанционни изследвания [5, 6], преди всичко спътниците (сателитите) и БЛА.

Реализирането на тези методи и средства в условията на Република България налага, в съответствие със съвременните тенденции за използване на космическите системи, създаване на космически сегмент (КС) като перспективен компонент и превантивен фактор в системата за националната сигурност.

Космическият сегмент [8] ще се основава на информация от различни по предназначение космически информационни системи, които могат да се сведат в четири групи, съответно с четири основни функции: мониторинг (наблюдение и разузнаване); навигация; комуникация и метеорологично осигуряване.

Космическият сегмент ще приема информация от различни спътници в реален мащаб на времето (PMB) или близък до реалния, ще извършва специализираната ѝ обработка, анализ и координация, с последващото ѝ разпределяне и предоставяне на съответните потребители. Същият ще е във функционална връзка с предвидения за изграждане в страната със средства на Европейския съюз Национален център за наблюдение, контрол и управление, използващ аерокосмическа информация.

За целите на първата основна функция- мониторинг, КС ще използва четири вида космическа информация- архивна; по заявка; текуща (от наземна приемна станция) и информация, получавана по електронен път [8]. На тази база КС ще решава широк кръг от задачи в мирно време и при кризи. Най-важните сред тези задачи са: ранно предупреждение за природни бедствия и техногенни аварии; непрекъснат контрол на критичната инфраструктура на страната; ранно откриване на опасни метеорологични явления; наблюдение и оценка на околната среда; осигуряване на операциите по търсене и спасяване; осигуряване на информация за разрешаване на кризи от различен характер и др.

Космическият сегмент ще има преди всичко информационен характер и ще позволи вземането на своевременни и адекватни решения в областта на националната сигурност на страната.

Реализирането на космически мониторинг в рамките на КС ще се осъществява чрез спътници за наблюдение, осигуряващи получаване на информация при голяма обзорност, с необходимата информативност, в PMB или близък до реалния, позволяваща разкриване на признаците за възникване на природни бедствия и техногенни аварии, както и контрол на КИ. С подобни на космическия мониторинг възможности разполагат и БЛА. Предвид различния пространствен обхват на спътниците за наблюдение и БЛА, последните, по опита на редица водещи авиокосмически държави, успешно могат да изпълняват следспътников мониторинг на природни бедствия и техногенни аварии и контрол на функционирането на КИ.

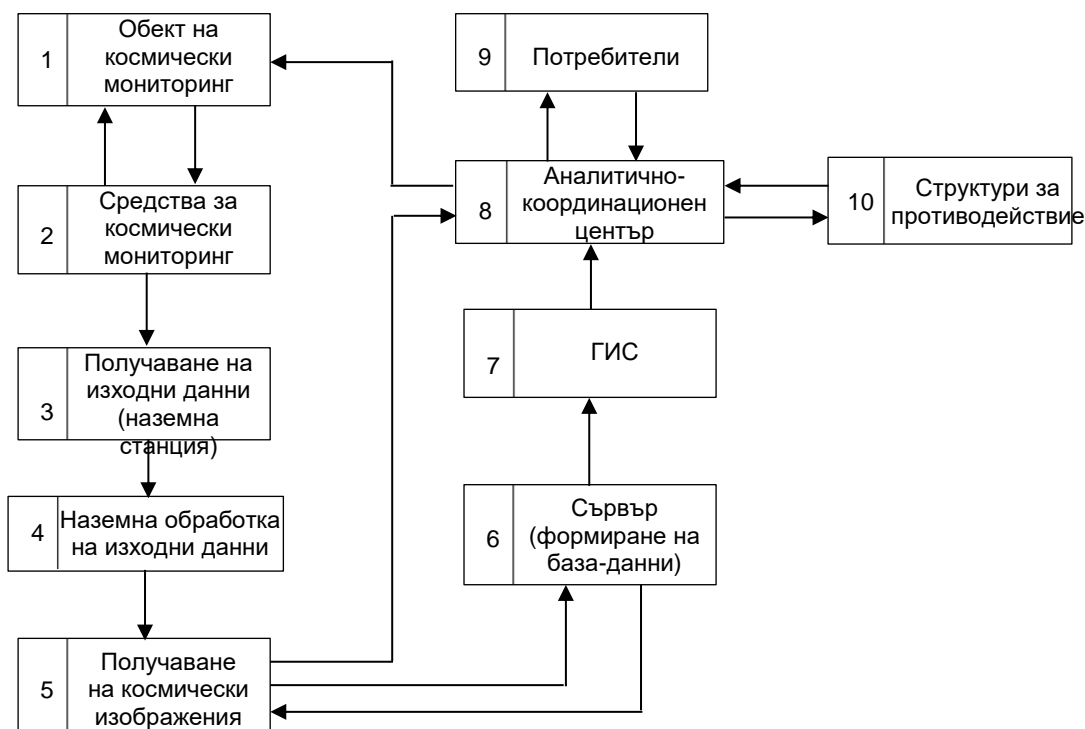
На Фиг. 2 е предложена структурна схема за провеждане на космически мониторинг по разглежданата тематика, като системата е отворена и за включване на следспътников мониторинг с помощта на БЛА. Показана е възловата роля на аналитично-координационния център (блок 8) в предлаганата система. Както се вижда, при необходимост и спешност, този център може директно да изисква получените космически изображения (т.е. от блок 5) с оглед извършване на оценка, директно да задейства структурите за противодействие на природните бедствия и техногенни аварии (блок 10), както и ако се наложи, да променя обекта на космически мониторинг (блок 1).

Разкриването чрез космически мониторинг на признаците за възникване на природни бедствия и техногенни аварии, въздействащи върху КИ, е обект и предмет на научната разработка, която е целесъобразно през следващите три години да премине през **три етапа**:

**Първи етап: Класификация и категоризиране на природните бедствия и техногенни аварии, въздействащи върху КИ в условията на Република България.** В хода на изследването, освен посочените по-горе наводнения, пожари, мълнии и замърсявания на водни площи, е възможно да се разкрият и други природни бедствия в условията на страната, въздействащи съществено на КИ, както и възможната връзка между тези катаклизми.

**Втори етап: Формулиране на индикатори за възникване на природни бедствия и техногенни аварии, въздействащи върху КИ.** В хода на изследването за най-вероятните природни бедствия и техногенни аварии следва да се формулират индикатори и симптоми, подсказващи възникването им, които могат да се регистрират с технически средства.

**Трети етап: Възможности на космическия мониторинг за разкриване на признаците за възникване на природни бедствия и техногенни аварии, въздействащи върху КИ в условията на Република България.** В хода на изследването се обосновават типа и характеристиките на сензорите на използваните спътници за оптикоелектронно и радиолокационно наблюдение. За първите от посочените космически средства се уточняват диапазоните на електромагнитния спектър, включително на многоспектралната и хиперспектралната апаратура, а за вторите- дължините на вълните при висока, средна и ниска разделителна способност.



Фиг. 2. Структурна схема на провеждане на космически мониторинг на природни бедствия и техногенни аварии, въздействащи върху критичната инфраструктура

Получените резултати от научната разработка могат да се използват при създаване в страната на Национална система за ранно предупреждение на кризи от различен характер.

### 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 за 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 до 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.

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 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 презентирание;

- 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 и 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 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 презентирание 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.*

Технологичната последователност на етапите при решаване на задачите е показана 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, труднодостъпни 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 трябва 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.

**Благодарности:** Настоящият доклад е изготвен в рамките на проект по т.1.1.6 от Национална научна програма „Сигурност и отбрана“ (приета с ПМС №731 от 21.10.2021 г.) и съгласно Споразумение № Д01-74/19.05.2022 г. между МОН и Институт по отбрана „Професор Цветан Лазаров“.

#### **Литература:**

1. Гецов, П., Национална аерокосмическа система за мониторинг и защита от природните екокатастрофи, С., Изд. на БАН „Проф. Марин Дринов“, 2014.
2. Димитров, Н., Н. Системен подход към критичната инфраструктура, В., ВВМУ „Н. Й. Вапцаров“, 2019.
3. Директива 2008/114/ЕО на Съвета на ЕС от 8.12.2008.
4. Закон за защита при бедствия, обн. ДВ. бр.102,2006 г., изм. и доп. ДВ. бр.51,2016 г.).
5. Мардиросян, Г., Природни бедствия и екологични катастрофи, С., Изд. на БАН „Проф. Марин Дринов“, 2020.
6. Мардиросян, Г., Природни екокатастрофи и тяхното дистанционно аерокосмическо изучаване, С., Изд. на БАН „Проф. Марин Дринов“, 2000.
7. Националната система за мониторинг на околната среда (НСМОС).
8. Пенев, П., Космос и сигурност, С., Витал, 2014.
9. ADS-B Transceivers, Receivers and Navigation Systems for Drones, <http://www.unmannedsystemstechnology.com/company/uavionix-corporation/>.
10. Ji, Z., Hu, E., Zhang, Y. et al. Research on micro-Doppler feature of spatial target, J. Wireless Com. Network, 2017, 177. DOI: 10.1186/s13638-017-0963-7.
11. Kellogg Anita, Preparing You to Protect Critical Infrastructure, 9300 Lee Highway, Fairfax, VA 22031 USA.