

**Метод за устойчиво управление на горите и опазване на околната среда
чрез създаване на система за превенция и ранно оповестяване на
противопожарна защита
Юлия Заркова, Георги Милушев**

Резюме: Обзорен документ, в който се разглеждат предпоставки за поставяне на проблема с предотвратяване и превенция на горски пожари, методи за наблюдение и оповестяване при кризисни ситуации. Начини за реализиране на разработената система и режими на работа.

Ключови думи: сравнителен анализ, система за видеонаблюдение, мониторинг, контрол, превантивни мерки.

**Methods for sustainable forest management and conservation of the
environment through a system of prevention and early warning of fire
protection**

Julia Zakova, George Milushev

Abstract: Overview document considers prerequisites for addressing the issue of averting and prevention of forest fires, methods for observing and communicating in emergency situations. Options for implementing and operating modes of the developed system.

Keywords: comparative analysis, video surveillance; system (CCTV), monitoring, control, prevention

1. Цел и задачи на метода

Методът предвижда прилагане на съвременни технически решения за предотвратяване на горски пожари¹. Задачата е да се създаде цялостна концепция за изграждане на интегрирана система за ранно откриване и превенция на горски пожари. С помощта на система за видеонаблюдение се цели да се постигнат следните ефекти:

- ✓ Ранно откриване на горски пожари, още в процеса на тяхното зараждане;
- ✓ Намаляване на човешкия фактор при анализа на възникващ горски пожар;
- ✓ Намаляване на грешките от човешкия фактор в борбата с природни стихии.
- ✓ Превенция на риска от разпространяване на пожар;
- ✓ Бърз мониторинг на състоянието на наблюдаваните горски масиви, локализиране на зараждащ се пожар и опазване на горите от пожари.

**2. Въведение - Обща информация и сравнение на системи за ранно
откриване на горски пожари**

Горските пожари са природни катастрофи, които причиняват необратимо унищожение на околната среда и огромни материални щети. Те са постоянна

¹„Горски пожар“ означава пожар, който избухва и се разпространява в горите и други залесени земи. Определението на понятието „горски пожар“ изключва: предписани или контролирани изгаряния, обикновено с цел намаляване и отстраняване на количеството натрупан горивен материал по тези земи.

заплаха за екологичните системи, инфраструктурата и човешкия живот. Единственият ефективен начин да се намалят вредите, причинени от горските пожари, е навременното им откриване и бърза реакция при овладяване на разпространението и потушаването им. В световен мащаб са вложени големи усилия за успешното засичане на горските пожари в техния най-ранен етап. От методическа гледна точка са известни два типа наблюдение от човек:

Директно наблюдение – извършва се в местата за мониторинг. Това решение не винаги е подходящо поради невъзможност за постигане на постоянна концентрация при хората. При продължителни наблюдения се допускат грешки;

Полуавтоматизирано или автоматизирано наблюдение – от разстояние, базирано на системи за видеонаблюдение. Този вид системи са с доказана ефективност, защото осъществяват непрекъснат процес на наблюдение и свеждат до минимум фактора на човешката грешка.

Проучването, разработката и напредъка на системите с автоматично наблюдение на горски пожари предоставя като резултат два типови модела:

- ✓ Сухоземни системи, базирани на мониторинг от наземни наблюдателни станции;
- ✓ Сателитни системи, базирани на мониторинг от сателитни наблюдателни станции.

В световен мащаб 9 от 10 горски пожара са причинени от човешка намеса. За наблюдение на широки горски области, в които има относително нисък риск от пожари се използват сателитните системи. Чрез тях се локализируют горски пожар с точност до 10000 м².

По-висока прецизност в своевременното откриване на пожари притежават наземните системи, които могат да определят мястото на пожара с точност до 15 м². Подходящи са за наблюдение на горски площи в райони с висок риск от пожар. Използват се различни видове сензори за откриване на пожари:

- ✓ Видеокамери, чувствителни във видимия спектър, базирани на разпознаването на пушек /дим/ през деня и разпознаване на пламък през нощта;
- ✓ Инфрачервени термокамери, базирани на откриването на излъчваната от огъня топлина;
- ✓ Инфрачервени спектрометри, идентифициращи спектралните характеристики на димящите газове;
- ✓ Системи, откриващи дим, на базата на измерване на промените в разпространението на сноп лазерни лъчи.

Инфрачервените и базираните на лазерна детекция системи са по-чувствителни и генерират по-малко фалшиви аларми, но цената им е много висока в сравнение с видео (CCD) камерите, чувствителни във видимия спектър.

Най-ефективен от изброените подходи е автоматизираното наблюдение и автоматизираното ранно откриване на горски пожари. При реализирането на автоматизираното наблюдение се прилагат два подхода:

- ✓ Подход 1 – с прилагане на термокамери и спектрална обработка на изображенията от тях;

- ✓ Подход 2 – чрез използване на камери с висока разделителна способност във видимия спектър на светлината и обработка на видеоизображения в реално време.

Вторият подход се прилага по-често поради по-ниската си цена, по-големия размер на зоните за контрол на една обзорна камера и възможността спорните ситуации да се решават правилно чрез преглед от експерт на значително по-лесния за разчитане от човека видеоматериал, постъпващ от камера, работеща във видимия спектър на светлината.

Основното предимство е ефективното използване на експертното знание на субективния фактор. Наблюдателят има възможност да фокусира вниманието си върху анализа на събитие, класифицирано с определена вероятност от автоматизираната система като потенциално ядро на зараждащ се горски пожар. Най-често се използват CCD (Charge-Coupled Device) видео камери, чувствителни във видимия спектър и в близост до инфрачервения спектър. Автоматичното откриване на горски пожари се основава на разпознаването на дим през деня и откриването на пламък през нощта.

Основен недостатък на оптично-базираните системи е големият брой фалшиви аларми, дължащ се на атмосферните условия (облаци, сенки, частици прах), отражението на светлината и човешките действия. Това налага операторът да взема окончателното решение. Автоматизираната система (АС) му позволява паралелно да осъществява ефективен контрол върху няколко камери в наблюдаваните горски масиви.

Положителният ефект от АС зависи в голяма степен от правилния избор на местоположението на основния градивен елемент – модулният наблюдателен комплекс (МНК). Той се състои от наблюдателно съоръжение с височина 25 метра, на което е монтирана роботизирано управляема обзорна камера с висока разделителна способност на CCD сензора с 540 TVL (Television Lines-телевизионни линии), телеобектив с 35 кратно оптично увеличение и с електронна стабилизация на изображението.

3. Функционалност на системата

Интегрираната система за ранно откриване на горски пожари е IP базирана и извършва автоматизирана обработка на видеоизображения, използвайки модерни методики за анализ в реално време, което позволява откриване на пожари още във фазата на тяхното зараждане.

Интегрираната система за ранно откриване на горски пожари и видеонаблюдение се състои от следните компоненти:

3.1. Модулен наблюдателен комплекс (МНК)

Примерна схема на Модулният Наблюдателен Комплекс (МНК) е показан на фигура 1 – покрива площ от 78.5км² и се състои от следните елементи: Основни компоненти на МНК са:

- ✓ **Наблюдателен пост** – конструкция, осигуряваща безпрепятствен обзор на камерата в диаметър от 10км, както и пространство за разполагане на оборудването;

- ✓ **IP базирана видео камера** с висока разделителна способност с визуално покритие в радиус от 5 км, със системи за роботизирано позициониране,

автоматизирана стабилизация на изображението и възможност за отдалечено управление;

✓ **Метеорологичен модул** – интелигентна IP базирана ултразвукова метеорологична станция, подходяща за монтаж и работа в тежки атмосферни условия;

✓ **Набор от сензори** за ниво на слънчевата активност, за детекция на мълнии, за температурните параметри на системата;

✓ **Автономно соларно захранване** – включва соларни панели, акумулаторни батерии и контролер за управление;

✓ **Охранителна камера** – използва се за видеонаблюдение на района, който се намира в непосредствена близост до МНК;

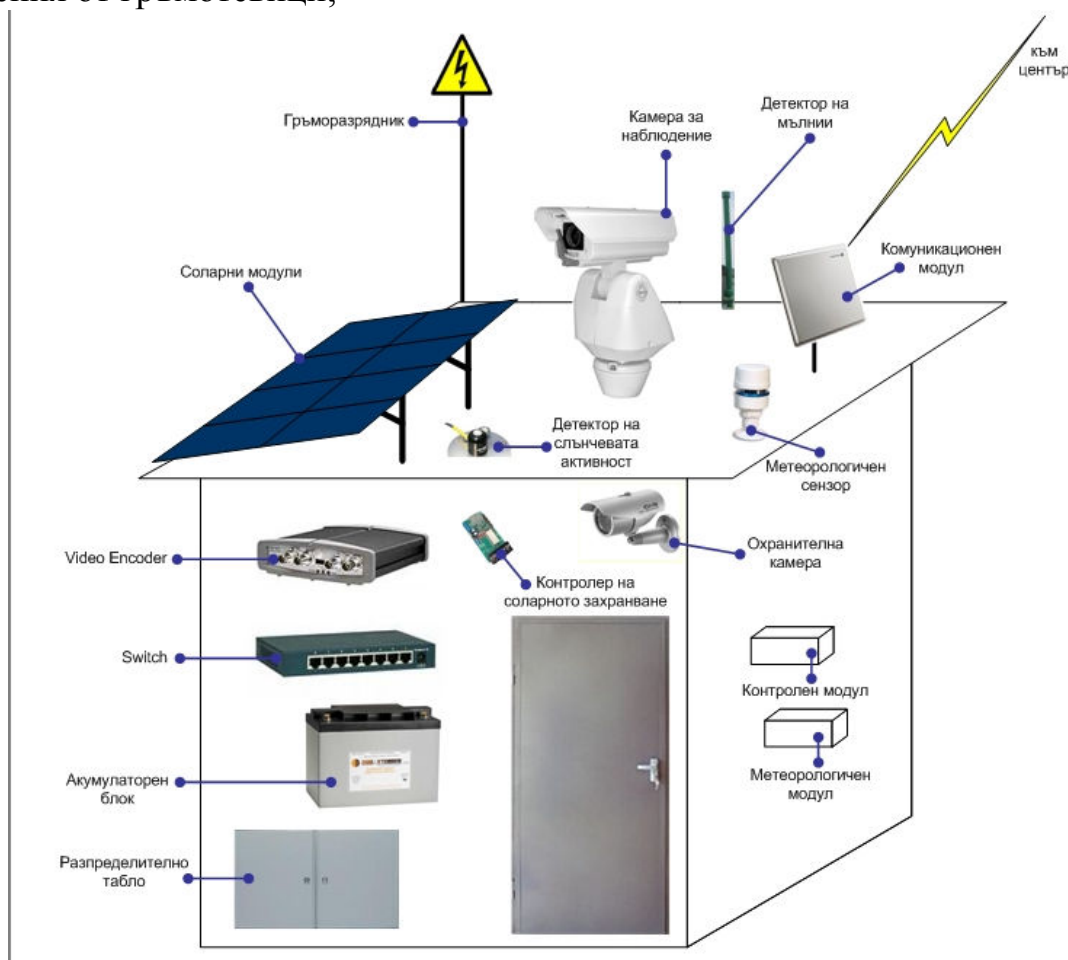
✓ **Видео енкодер** – служи за цифрова обработка на сигналите от камерите;

✓ **Комутатор** – осъществява IP свързаност между отделните модули на системата;

✓ **Комуникационен модул** – реализира радио връзка с центъра за мониторинг и контрол;

✓ **Контролен модул** – IP базиран модул за мониторинг на параметрите на системата и отдалечен контрол на МНК;

✓ **Гръморазрядник** – за предпазване на оборудването при директни попадения от гръмотевици;



Фигура 1. Модулен наблюдателен комплекс

Всеки МНК генерира информационен поток към ЦМК със скорост 10Mbps. Центърът за мониторинг и контрол изпраща към МНК данни за управление на камерата и сензорите с максимална скорост 2Mbps.

3.2. Център за Мониторинг и Контрол (ЦМК)

В ЦМК са съсредоточени ресурсите за междинно съхранение и обработка в реално време и разпознаване на потенциални ядра на горски пожари на базата на постъпващата от модулните наблюдателни комплекси видеоинформация. Чрез кабел или безжично, към един ЦМК могат да бъдат свързани до 5 модулни наблюдателни комплекса. Конфигурацията на ЦМК включва:

- ✓ **Сървър за съхранение на видео записи** с капацитет за архивиране на информацията до 90 дни непрекъснат запис от всеки един от модулните наблюдателни комплекси;
- ✓ **Специализирана компютърна система с програмно осигуряване за обработка и разпознаване в реално време на видеоизображения** за целите на автоматизираното откриване на ядра на зараждащи се пожари;
- ✓ **Работни станции** – за общо видеонаблюдение и проследяване на възникнали ядра на горски пожари;
- ✓ **Система за резервиране на ел. захранването**, която осигурява непрекъснатата работа на системата, в случай на срив в захранването на системата. Реализира се с Непрекъсваемо токозахранващо устройство – UPS.

В ЦМК се извършват всички обработки на изображения, анализи, изчисления, представяне на резултати, архивиране на видео и данни. Наблюдението в центъра се осъществява от оператор 24 часа в денонощието. Един оператор следи информацията, паралелно постъпваща от всички модулни наблюдателни комплекси, което прави възможно едновременното следене на обстановката в стотици км² гори.

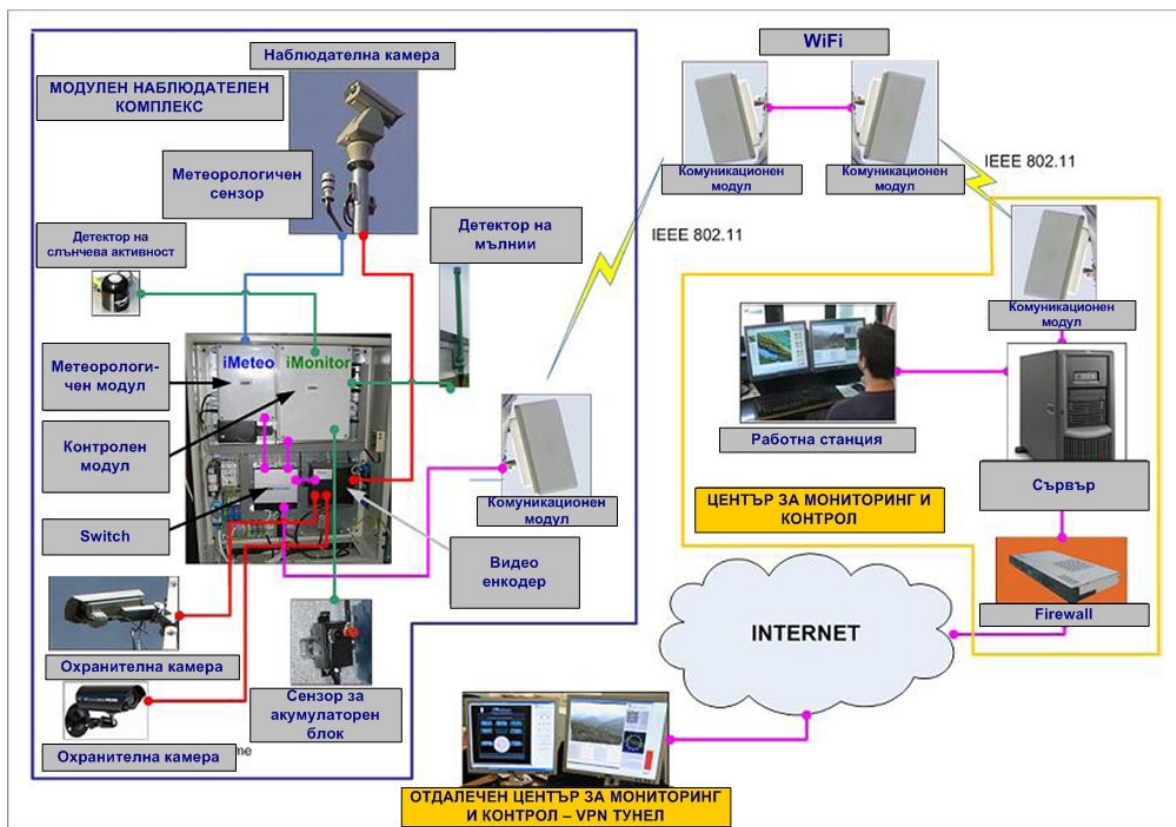
3.3. Отдалечен Център за Мониторинг и Контрол (ОЦМК)

Чрез защитен виртуален канал в глобалната мрежа осигурява възможност за достъп до информация за възникнали ядра и визуален контакт със зоната на зараждащия се горски пожар. Интегрираната система за ранно откриване на горски пожари и видеонаблюдение (ИСРОГПВ) е разработена като модерна Web – базирана информационна система. Конфигурацията на ОЦМК включва:

- ✓ **Web – базирано програмно осигуряване** – за отдалечен достъп до ресурсите на ЦМК;
- ✓ **Работни станции** за общо видеонаблюдение и проследяване на възникнали ядра на горски пожари;

3.4. Ретранслаторна Станция (РС)

Осигурява безжична комуникационната свързаност между модулните наблюдателни комплекси и ЦМК с двупосочна несиметрична свързаност от точка до точка, покриваща разстояния от няколко десетки километра.



Фигура 2. Структура на ИСРОГПВ

На Фигура 2 е представена структурата на ИСРОГПВ, която включва модулнен наблюдателен комплекс, център за мониторинг и контрол и отдалечен център за мониторинг и контрол.

Ядрото на интегрираната система са интелигентните алгоритми за разпознаване на пожар. Изображенията от камерите се анализират автоматично, за да се открият признаци за зараждащи се горски пожари: дим през деня и пламъци през нощта. Ако се засече подозрителна следа от огън се генерира аларма. Операторът проверява маркираните кадри и преценява дали съществува горски пожар, стартира оповестителен процес и се предприемат съответните мерки за потушаването му. Камерата, използвана за наблюдение, е с отдалечено управление. При съмнения операторът може да я фокусира в определена зона на интерес, за да получи изображение с максимално качество, на базата на което да направи своето заключение.

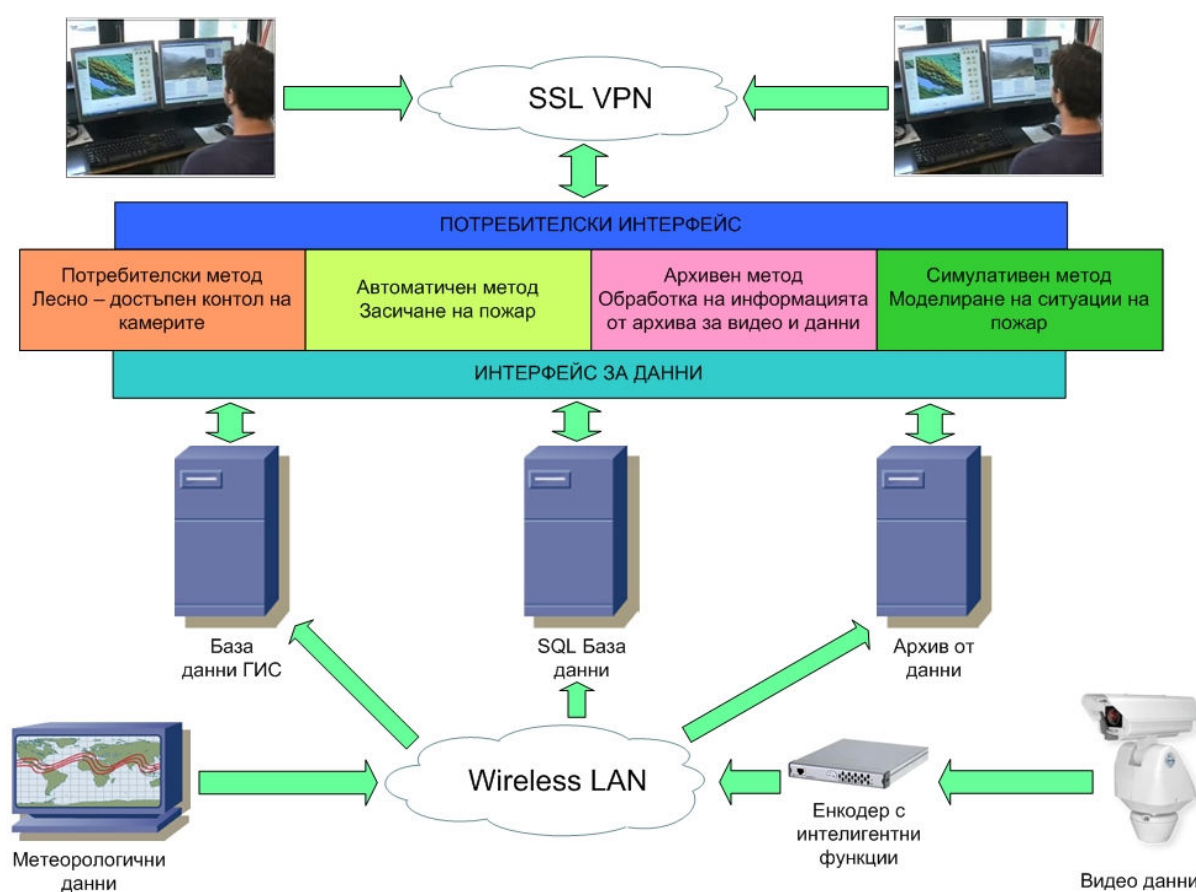
ИСРОГПВ е разработена изцяло като интелигентна уеб информационна система. Системата представя на оператора едновременно видео в реално време, метеорологична информация и ГИС (Географска Информационна Система) данни през уеб географска система.

На Фигура 3 е представена структурата на програмното осигуряване за обработка и разпознаване в реално време на видеоизображения за целите на автоматизираното откриване на ядра на зараждащи се пожари.

В ИСРОГП се обработват три различни типа данни:

- ✓ **Поток от видео данни в реално време;**
- ✓ **Метеорологични данни в реално време** – метеорологичната информация се използва при:

- крайната обработка на данните за намаляване на броя на фалшивите аларми;
 - изчисляване на риска от възникване на горски пожар по време на процеса на наблюдение на горските масиви;
 - оценяване на разпространението на огъня в ситуация на пожар.
- ✓ **Географски данни – данни от ГИС** – съхранява, както чисто – географски данни (релеф, разположение на пътища, водни ресурси и др.), така и всякаква приложна информация, която се отнася до географски координати, като история на пожара, разположение на ресурсите от дъждовна вода, предназначение на земята, характеристики на почвата, местна карта с горските масиви, туристически маршрути и др. Географските данни са важни при допълнителния симулативен режим, използван за създаване на модели за поведение и разпространение на пожарите в горите.



Фигура 3: Структура на програмното осигуряване на ИСРОГП

4. Режи ми на работа на Интегрирана система за ранно откриване на горски пожари и видеонаблюдение (ИСРОГП)

Интегрираната система за ранно откриване на горски пожари и видеонаблюдение предоставя възможност за работа в четири основни режима: автоматичен, ръчен, архивен и симулативен.

4.1. Автоматичен режим

Системата автоматично анализира изображения и данни и открива ядрата на зараждащи се пожари. Наблюдателните камери са способни да детектират дим с височина от 10м на разстояние от 5км. В автоматичен режим камерата

последователно обхожда 16 предварително дефинирани позиции (пресети) като се спира на всяка от тях за определен период от време. Кадрите се анализират в реално време с помощта на съвременни методи за обработка на изображения. Прилагат се мощни алгоритми, базирани на видео данни и информация за метеорологичната обстановка. Алармената система е интерактивна.

4.2. Ръчен режим

Позволява директно насочване на камерата за наблюдение в дадена зона на интерес. Наблюдателните камери е необходимо да имат задвижване по трите оси: въртене на 360°, накланяне: от +33° до -83° спрямо хоризонталната ос, 35кратно оптично увеличение. В ръчен режим операторът може да управлява камерите по няколко различни начина: мишка; клавиатура; виртуален или реален джойстик.

Възможни са и три лесно достъпни способа за контрол чрез:

- ✓ Географска карта – един клик върху картата и камерата се завърта, за да покаже желаната позиция;
- ✓ Панорамно изображение – един клик върху панорамното изображение от 360° и камерата бързо се позиционира върху избраната зона;
- ✓ Предварително дефинирани позиции – скоростно управление чрез изображенията от отделните пресети.

4.3. Архивен режим

Кадрите, постъпващи от модулните наблюдателни комплекси се съхраняват за период от 3 месеца, а алармените изображения – за 1 година, за да бъдат анализирани в последствие. Архивират се метеорологичните данни и работните параметри на системата (запазват се средните им стойности през 10 минути).

4.4. Симулативен режим

Базира се на информацията от ГИС. Метеорологичните данни като: скорост и посока на вятъра, температура, влажност и атмосферно налягане се използват за точна оценка на поведението на горските пожари. Симулативният режим позволява да се изчисли скоростта на разпространение и посоката на огнената стихия.

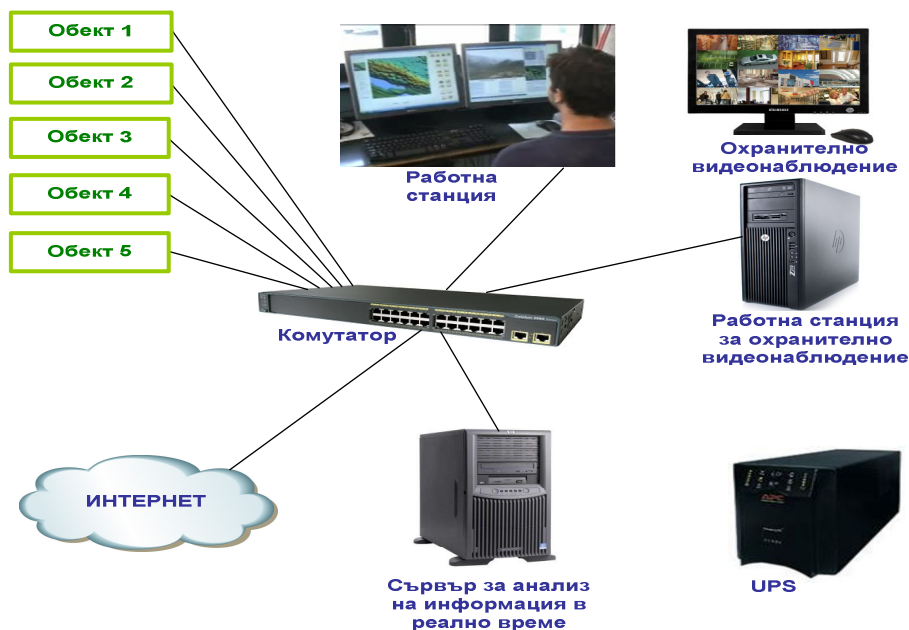
Най – важните характеристики на софтуерните модули на ИСРОГП са:

- ✓ Три нива на оторизация с различни права (*наблюдател* – само наблюдава видео, *оператор* – осъществява мониторинг и контрол на наблюдателната камера, *администратор* – осъществява мониторинг, контрол и настройка на работните параметри на системата);
- ✓ Поток от видео данни в реално време, представени в М-JPEG формат;
- ✓ **Автоматично откриване на горски пожари**, базирано на анализа на цифрови изображения (засичане на дим през деня и пламъци през нощта);
- ✓ Настройки на важни параметри за засичане на пожар чрез виртуални контроли;
- ✓ Архивиране на всички анализирани входни изображения за период от три месеца;
- ✓ Архивиране на всички данни от алармени събития за период от една година;
- ✓ Възпроизвеждане на входни изображения и видео от алармени събития по информация за дата и час (времеви интервал).

- ✓ Ръчен RTZ контрол чрез използването на мишка, клавиатура, виртуален или реален джойстик чрез кликане върху цифрова географска карта или чрез кликане върху панорамно изображение (на 360°);
- ✓ Представяне на метеорологични данни в реално време;
- ✓ Архивиране на метеорологичните данни (средно през период от 10 минути);
- ✓ Мониторинг в реално време на работните параметри на системата;
- ✓ Отдалечен контрол (рестартиране, включване/изключване) на всички компоненти за мониторинг чрез виртуални контроли през уеб страница.

Ултразвуковата метеорологична станция е IP базирана, със собствен уеб сървър, подходяща за работа в тежки условия на открити места. Метеорологичната станция измерва:

- ✓ Скорост на вятъра 0.3 – 50 m/s (1 – 180 km/h) с точност 0.05 m/s (0.2 km/h)
- ✓ Посока на вятъра с точност 0.1°
- ✓ Температура в диапазона: -25° C до +55° C с точност ±1.5° C
- ✓ Барометрично налягане в диапазона 850 – 1150 hPa с точност ±20 hPa
- ✓ Относителна влажност в диапазона: 10 – 95 % с точност ±4 %



Фигура 4. Примерен модел на Център за мониторинг и контрол

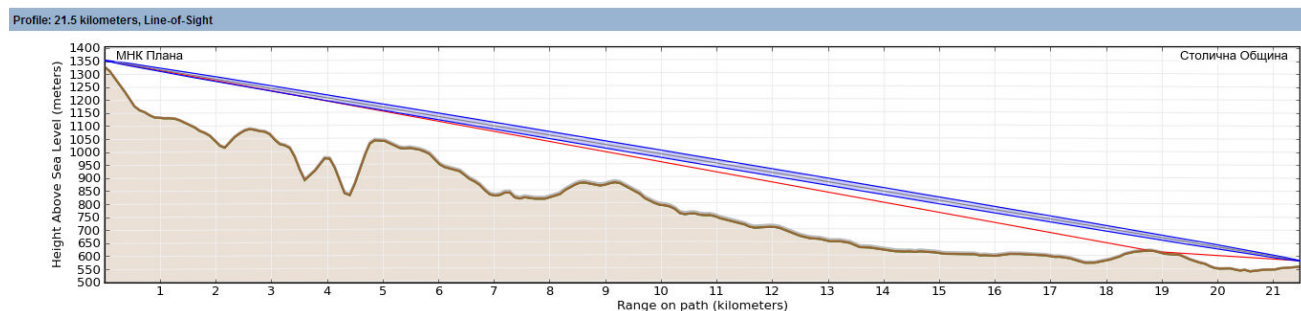
Модулът за мониторинг и контрол е специално разработен, да гарантира надеждната работа на системата и да реализира мониторинг на всички важни параметри на оборудването, разположено в МНК. Устройството е уеб базирано и се използва за мониторинг на температурата на оборудването в таблата, следене на гръмотевичната активност в района на МНК, слънчевата радиация, токът и напрежението в батериите на автономните соларни системи.

Работната станция и софтуерът за системата за видеонаблюдение архивират информацията от охранителните камери. Оборудването на системата е показано на Фигура 4.

5. Комуникационна свързаност

Комуникационната свързаност е необходимо да бъде съобразена с топологията и географския релеф на региона. Радиопланиране на комуникационните връзки се извършва със специализиран софтуер и

предоставени изходни данни. Програмният продукт показва профила на релефа между две точки, разстоянието между тях и отчита наличието пряка видимост.



Фигура 5. Профил на релефа между МНК – Обект 1 и ЦМК

Потокът от данни от МНК към ЦМК е с постоянна скорост 10Mbps, а в обратна посока се изпраща информация с постоянна скорост 2Mbps. Радио връзките се реализират в нелицензионния честотен диапазон с оглед на постигане на добри икономически показатели на системата.

6. Заключение

Проектът е в процес на реализация в „Природен парк Странджа“, с. Кости, като очакваните ползи от прилагането на метода са:

- ✓ Намаляване на преките и косвените щети, причинени от горски пожари;
- ✓ Поддържане на непрекъснат визуален контакт с мястото на разпространение на пожар с цел по – ефективна координация на дейностите по
- ✓ овладяване на кризисната ситуация;
- ✓ Своевременно оповестяване на заинтересованите длъжностни лица.

Популяризирането на резултатите от научните изследвания, които са представени в настоящата публикация е финансирано от Вътрешния конкурс на ТУ-София 2013 г., договор № 122ПД0040-08.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] К. Митев, С. Мановски, Ю. Заркова, Проект за устойчиво управление на горите и опазване на околната среда чрез създаване на система за превенция и ранно оповестяване на противопожарна защита
- [2] LAMA d.o.o., iForestFire - Intelligent Forest Fire monitoring System, <http://www.lama.hr>

Автори: Юлия Заркова, маг. инж., редовен докторант в катедра „Електроизмервателна техника”, Технически Университет – София, Проектант компютърни системи, Лирекс БС ЕООД, София, *e-mail:* jzarkova@abv.bg; Георги Милушев, доц., д-р инж. – катедра „Електроизмервателна техника”, *email:* gm@tu-sofia.bg