

РАДИОТЕЛЕМЕТРИЧНО ПРОСЛЕДЯВАНЕ НА ДИВИТЕ ЖИВОТНИ: ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА РАННО ОТКРИВАНЕ И ОПОВЕСТЯВАНЕ НА ПОЖАРИ В ПРИРОДНАТА СРЕДА

Венцислав Марков¹, Георги Марков²

¹Институт за космически изследвания на БАН; ²Институт по зоология, БАН

УДК 630.4

Получена на 11.11.2009

Разгледана е възможността за използване поведението на дивите животни, като естествени подвижни сензори за ранно откриване на пожари в природната среда. Описват се подходящите биологични видове за използването им като биоиндикатори при определяне на различните типове пожари. Представени са подходящи методи и системи за събиране и обработка на информацията и приемане на решения за наличност на пожар в началния етап от неговото развитие. Оценено е мястото на предлаганата система в интегрирана система за ранно откриване на горските пожари, както и възможностите ѝ за ползването за научноизследователски цели и откриване на внезапната смърт на биоиндикаторите.

Ключови думи: радиотелеметрично проследяване, диви животни, горски пожари.

Key words: Radiotelemetry monitoring, wild animals, forest fires.

Горските пожари са сред факторите, които най-драстично въздействат върху промяната и фрагментирането на естествените местообитания на организмите и предизвикват загуба на биоразнообразие. В поразените от тях зони в редица случаи въздействието им предизвиква локални екологични катастрофи. Ранното откриване на горските пожари, тяхното ограничаване в началото на възникване и потушаването им преди разпространението им на големи територии е от жизнено значение за съхранение на горските еко-

системи и тяхното биоразнообразие. Необходимостта от наличие на информация за възникването на пожарите в природната среда още в началния етап от тяхното разпространение е породила провеждането на голям брой теоретични и практични изследвания за ранно определяне на горските пожари.

Използването на дивите животни в система за ранно откриване на горски пожари разширява приложението им като сензори за откриване на бедствия, което досега основно се е ограничавало до приложението им при индика-

цията на земетресения. Приложението им в нея се предопределя и от факта, че животните са глобално разпространени самоадаптиращи се организми и в същото време представляват високо чувствителни и евтини биосензори за факторите на средата, която обитават (Kahn 2007). **При използването на тези техни качества в недалечното минало е предложена система, в която диви животни се използват като биосензори за ранно предупреждение за горски пожари в планински местности (Lee et al. 2007). Тази мрежова структура, специално конструирана за приложение в горските екосистеми, е базирана на много точки за достъп, което прави нейната реализация трудно осъществима в природни условия. Последвалите научно-приложни проучвания за реализация на система за откриване на горски пожари с използването на животните като подвижни биологични сензори е довело до разработка на система, използваща безжична мрежа за сбор и предаване към център за обработка на информация, получавана от тях, в качеството им на зоомонитори за индикация на възникване на горски пожари (Yasar 2007).**

Успоредно с основното предназначение, системата за ранно известяване на възникването на горски пожари, базирана на биосензори, може да се използва от учените за събиране на информация за местонаходищата на животните и миграциите им и оценка на някои техни физиологични параметри. Комбинираното приложение на тази система позволява да се намали нейната стойност и да доведе до мул-

тифункционалност при нейното използване.

Приложението на системата с използване на животните като подвижни биологични сензори се базира на възможността за сбора на данни от тях по два основни метода:

Първият метод, наречен „определяне на поведението на животните“, се основава на идеята, че пожарът драстично променя поведението на животните (особено бозайниците) и предизвиква паника сред тях. По този причина наблюдението на поведението на животинската група може да се използва за определяне на вероятност от горски пожар. Когато са спокойни, всяко животно в групата инстинктивно се опитва да бъде по-близо до другите, но в случаи на паника те се разбягват в непредсказуеми посоки. Паниката на животните е относителна концепция и може да варира за различните видове животни, затова при определянето на критерии за паника е необходимо да има добре разработен метод за класификация, който еднозначно да дефинира паническо поведение на проследяваните групи от животни. При този метод се събират данни за положението на животните през определени интервали от време и те се анализират за внезапно паническо движение на групата проследявани животни. Важно изискване при избора на сензори за метода „определяне на поведението на животните“ е те да имат GPS възможности.

Вторият метод, наречен „определяне на температурата“, се базира на идеята, че животните знаят как да избе-

гнат огъня. При пожар температурата на земната повърхност е приблизително 70° С и тя рязко намалява в дълбочина. За да избегнат пожара животните ще се опитат да влязат в своето най-близко убежище или във всяка възможна дупка под земята. Приложението на този метод изисква да се извършва сбор на температурни данни от животните и те да се предават за анализ в централен компютър, който следи за повишаване на температурата и на основата на оценката на температурните и радиационните данни, получени от сензорите да се определя дали се е появил горски пожар или не. При анализа на тези данни е необходимо да се отчитат средните сезонни температури, дневните средни температури, разликата между дневните и нощните температури. Решение за наличието на пожар се взема при установена сигурна температурна разлика между членовете на групата от животни, снабдени с температурни сензори, при значително повишаване или понижаване в температурите, получавани от един сензор за даден период от време.

Критерии при избора на подходящи животни и сензори при приложението на двата метода са: климатичната зона, природните особености и гъстотата на гората, както и характеристиката на картината на разпространение на пожарите за конкретен тип гори.

Основни критерии при избора на подходящи животни и сензори е типът на горските пожари. Горските пожари условно могат да се разделят на три основни типа.

Земни пожари. Те се появяват в хумуса и торфените слоеве под сухата

и гнила листна настилка и причиняват интензивна топлина, но практически няма пламъци. Такива пожари са относително редки и се наблюдават понякога във високопланински иглолистни и смърчови гори. Този тип пожари е най-труден за откриване, докато не се появят видими пламъци. Обикновено в момента, когато те бъдат открити, горската подлесна растителност вече е изпепелена и подземните животни измират. Като детектори за този тип пожари най-подходящи са влечугите, дребните гризачи или костенурки, защото живеят предимно под земята или не са достатъчно бързи, за да избягат от пожара. По тази причина изборът на сензори трябва да е насочен към температурни и радиационни датчици, с възможност да измерват температурни разлики по-малки от 1° С.

Повърхностни пожари. Те се проявяват близо до повърхността или по нея в горската настилка или летораслите. Подходящ метод за откриването им е „определяне на поведението на животните“. Затова избраните животни трябва да имат възможност за бързо предвижване и да живеят на групи, а прикрепените на тях сензори трябва да имат GPS възможности. Така уплашените групи от животни могат лесно да бъдат открити и околната им среда анализирана и класифицирана за вероятност от пожар. Ако паниката продължава за по-дълго време, това може да е индикация за начало на пожар.

Коронни пожари. Коронните пожари са най-опасни за горите и се разпространяват бързо и на големи площи. Появяват се в короните на дърветата, унищожавайки листата и обикновено

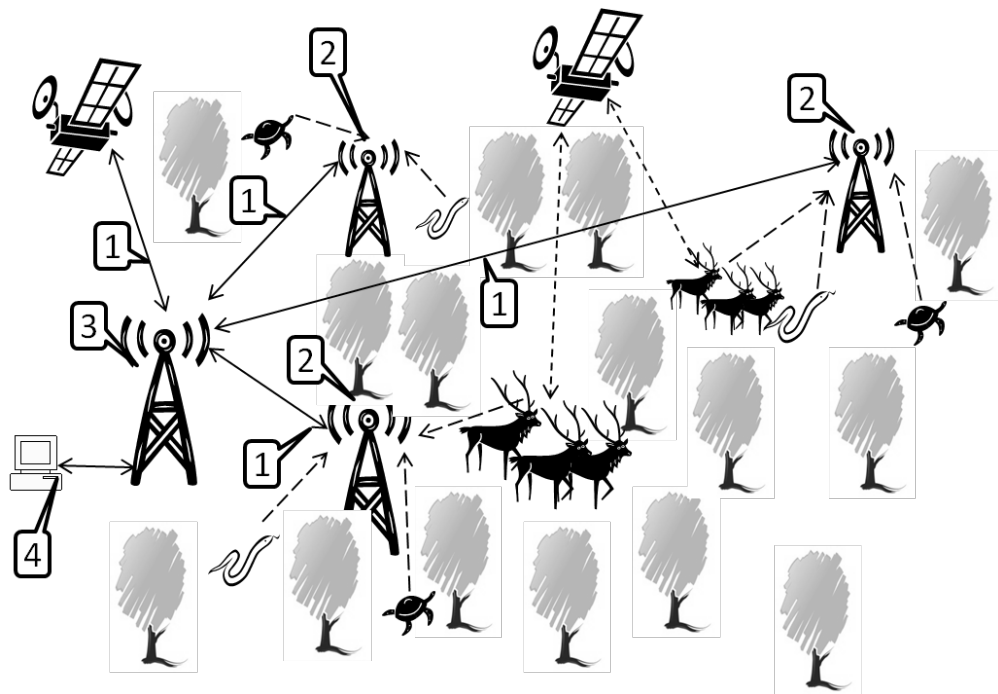
дърветата загиват. Тези пожари най-често се появяват в иглолистни гори, разположени в ниски части на ландшафтите. За откриване на този тип пожари трябва да се използват и двата метода – „определяне на температурата“ и „определяне на поведението на животните“. Понеже не е сигурно коя част от гората за кой тип пожар е рискова, приложението на двата метода едновременно ще е подходящо за всички видове пожари.

Схематичната инфраструктура на биосензорна система за ранно откри-

ване на горски пожари, позволяваща реализацията на двата метода за индикация (фиг. 1) силно зависи от характеристиките на горската площ, но тя задължително трябва да съдържа следните основни подсистеми и устройства:

1. Комуникационни канали (1): Построяването на безжична мрежа за откриване на горски пожари може да се извърши по три метода:

– Базиран на спътникова система. Могат да се използват устройства за проследяване от спътниковата систе-



Фиг. 1. Структура на Система за откриване на горски пожари с подвижни биологични сензори:
1 – комуникационни канали; 2 – места събиране на информация от сензорите – точки за достъп;
3 – базова станция; 4 – подсистема за приемане на решения

Fig. 1. Structure of the System for the detection of forest fires with mobile biological sensors:
1 – communication channels, 2 – places of collecting information from sensors – access points,
3 – base station, 4 – subsystem of taking a decision

ма „Аргос“ или да се предават GPS координати през комуникационната система на спътника; да се ползва комуникационната система на спътниците „Иридиум“, като информацията се получава по e-mail след събирането на предварително определен брой координати.

– Високочестотен радиоканал. Прилага се, когато спътниковата връзка е невъзможна или проблемна например, поради това че някои точки са невидими от спътника. Тогава **алтернативата** е в използването на точки за достъп, монтирани на кули.

– GSM мрежа: ако има GSM покритие в съответния горски масив, събирането и препращането на информацията се извършва по нейните комуникационните канали.

При практическата реализация на системата е препоръчително съвместното приложение на всеки от описаните по-горе методи в хибридна комуникационна мрежа.

Честотата на връзка към местата, в които се извършва сборът на информацията от сензорите – точките за достъп (2), зависи от особеностите на терена и гората, както и типът на сензорите, използвани в системата. Ако сензорите позволяват връзка на големи разстояния, точките за достъп могат да се монтират на разстояния 3–4 km.

2. Базова станция (3). Предназначението ѝ е да събира и анализира данните от сензорите, постъпили през всички точки за достъп и да ги предава на подсистемата за приемане на решението (4).

3. Сензорите са най-важната част на системата и варират в зависимост

от методите, използвани в нея. Основната дейност на тези датчици е да изпращат промените в температурното или радиационното ниво и текущото местоположение на животните към точките за достъп.

Приложението на система за откриване на горски пожари с подвижни биологични сензори е свързано с редица преимущества:

1. Използването на животни като подвижни биологични сензори позволява наблюденията да се извършват в недостъпни за човека места и под контрол се поставят горски ландшафти, недостижими с традиционните методи.

2. С приложението на подвижни биологични сензори се постига по-динамично и обширно наблюдение в сравнение с това, реализирано с неподвижни сензори.

3. Използването на подвижни сензори позволява намаляване на броя им в единица наблюдавана площ, в сравнение с неподвижните. Редуцираният им брой довежда до силно намаляване на цената, необходима за наблюдението на единица горска площ, в сравнение с използване на фиксирани сензори.

4. Системата за откриване на горски пожари с подвижни биологични сензори може лесно да се адаптира към съществуващи вече горски системи за откриване на пожари.

Но при реално конструиране на Система за откриване на горски пожари с подвижни биологични сензори в природни условия е необходимо да бъдат разрешени и редица проблеми:

1. В конкретните горски екосистеми е възможно да отсъстват животни,

които са подходящи биосензори и/или да се срещнат редица трудности при улавянето на подходящите животни и екипирането им със сензори.

2. При експлоатацията на устройствата, прикрепени на животните, се изисква използването на батерии в тях, като при смърт на животните и невъзможност за прибиране на биосензорите съществува потенциална възможност за допълнително внасяне на тежки метали в горските екосистеми.

3. При използването на метода с определяне на температурата е необходимо наличието на достоверни данни за стандартно климатично състояние, разлика в дневните температури и стойности на нормалните сезонни температури за конкретните региони, в които се провеждат наблюдения.

4. При метода за определяне на поведението на животните е необходимо да се съберат данни за местата им за хранене, почивка и други области на местообитание.

5. Създаването на допълваща система към съществуващите в момента системи за откриване на горски пожари, която да работи съвместно с тях, използвайки информацията от прикрепени на животните устройства, намиращи се в зоната на пожара, се явява перспективна линия за развитие на Системите за ранно откриване на горските пожари.

Литература

1. Kahn, L. H. **Animals: The world's best (and cheapest) biosensors.** *The Bulletin Online* 14 March 2007, Retrieved from: <http://www.thebulletin.org/columns/laura-kahn/20070314.html>, available Nov, 13, 2007.
2. Lee, G.Y., D.E. Lee, C.K. Jeong. 2007. **Bio-adhoc sensor networks for early disaster warning.** – *IEICE Transaction On Communications* E90B, 5, 1241–1244.
3. Yasar, G.S. 2007. **Animals as Mobile Biological Sensors for Forest Fire Detection.** – *Sensors*, 7(12), 3084–3099.

**RADIOTELEMETRY MONITORING OF WILD ANIMALS:
POSSIBILITIES FOR EARLY DETECTION AND DISCLOSURE
OF FIRES IN THE NATURE ENVIRONMENT**

Vencislav Markov¹, Georgi Markov²

¹Space Research Institute, BAS; ²Institute of Zoology, BAS

UDK 630,4

Received 11,11,2009

Summary

Examined is the possibility of using behavior of wild animals as natural mobile sensors for early detection of fires in the natural environment. Described species are suitable for use as bio indicators in determining the different types of fires. There are appropriate methods and systems for collecting and processing information and adoption of decisions on the presence of fire at the initial stage of its development. Assessed the place of the proposed system in an integrated system for early forest fire detection and its ability to use in scientific research and discovery of the sudden death of bio indicators are discussed.