

ГОДИШНИК НА СОФИЙСКИЯ УНИВЕРСИТЕТ „СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ“

ГЕОЛОГО-ГЕОГРАФСКИ ФАКУЛТЕТ

Книга 2 – ГЕОГРАФИЯ

Том 113

ANNUAL OF SOFIA UNIVERSITY “ST. KLIMENT OHRIDSKI”

FACULTY OF GEOLOGY AND GEOGRAPHY

Volume 2 – GEOGRAPHY

Volume 113

ПРИЛОЖЕНИЕ НА ДИСТАНЦИОННИТЕ МЕТОДИ
ЗА НАБЛЮДЕНИЕ НА ДИНАМИКАТА НА РАЗВИТИЕ
НА ЛОНГОЗНИТЕ ГОРИ ПО ПОРЕЧИЕТО
НА РЕКА ВЕЛЕКА ПРЕЗ 2018 Г.

АНТОН ФИЛИПОВ, АЛЕКСАНДЪР ЯНАКИЕВ

Катедра „Картография и ГИС“

e-mails: fil@gea.uni-sofia.bg, ayanakiev@gmail.com

Anton Filipov, Alexander Yanakiev. APPLICATION OF REMOTE SENSING METHODS FOR MONITORING OF DEVELOPMENT OF VELEKA RIVER WETLAND FORESTS IN 2018

Rapid development of remote sensing allows wide range of researchers to resort to them in order to analyze and interpret the dynamics of development of various natural habitats without direct interaction that might be harmful for the particular ecosystem. The paper looks at the possibility to apply remote sensing methods for the purpose of monitoring of wetland forests located in Strandja natural park, along Velekariver. It uses radiometric indices (NDVI and NDWI) in order to monitor the development of forests along Veleka river.

Key words: remote sensing, radiometry, Landsat, Sentinel.

УВОД

През последните години дистанционните изследвания (ДИ) се превърнаха в един от основните методи за събиране, анализ и визуализация на пространствени данни за различни обекти, разположени на земната повърхност без пряк досег с тях.

Според Schowengerdt (2007) в наши дни дистанционните изследвания позволяват да се решава широк кръг от задачи, като например:

- Наблюдение и оценка на околната среда;
- Наблюдение на глобални процеси като изтъняването на озоновия слой на атмосферата, обезлесяването и глобалното затопляне;
- Прецизно земеделие, включително анализ на състоянието на селскостопанските култури;
- Геология и добив на полезни изкопаеми;
- Наблюдение на климата и метеорология;
- Картографиране на различни територии и произтичащите на тях процеси и явления.

За изпълнение на всяка от горепосочените групи от задачи пред дистанционните изследвания са разработени множество системи за дистанционни изследвания, монтирани на платформи, опериращи както в рамките на ниските слоеве на земната атмосфера, така и на околоземна орбита и насочени към изследване на различни пространствени, спектрални и времеви характеристики на различни обекти на земната повърхност.

Сред тези системи са и многоканалните сензори, базирани на CMOS (complementary metal-oxide-semiconductor) технологията, летящи на околоземна орбита и регистриращи отразената електромагнитна радиация, видимата и близката инфрачервена част на електромагнитния спектър. CMOS сензорите обикновено разполагат с три фотодетектора (син, зелен и червен) за всеки пиксел. Тези сензори са базирани на естествените свойства на силикона да поглъща светлина на определена дълбочина. По този начин чрез разполагане на детекторите на различна дълбочина в CMOS сензора синята, зелената и червената част от спектъра се регистрират поотделно (Lillesand et al. 2008).

В изследването е представен подход за използване на информацията за земната повърхност и земното покритие, генерирана от гореспоменатите многоканални сензори за целите на изследване на динамиката на развитие на специфичен природен обект като лонгозните гори по долното течение на р. Велека, намиращи се в природен парк „Странджа“.

ИЗТОЧНИЦИ НА ДАННИ

Представител на този тип системи е и инструментът MSI (Multispectral Instrument), монтиран на спътниците Sentinel-2a и 2b на Европейската космическа агенция.

Инструментът разполага с висока пространствена разделителна способност (пиксел с размер между 10 и 60 м), както и с висока времева разделителна способност предвид факта, че е монтиран на две платформи, летящи над земната повърхност по срещуположни слънчево-синхронни орбити с приблизителна височина 768 км над земната повърхност и даващи възможност за

получаване на нова информация за състоянието на изследваната територия веднъж на 5 дни. Друга важна особеност на MSI е високата му радиометрична разделителна способност. Сензорът осигурява данни в 12 канала, покриващи видимата, близката и средната част на инфрачервена част на електромагнитния спектър. Високата времева разделителна способност на сензора увеличава шансовете в рамките на един метеорологичен период от 7 дни да се появи сцена, свободна от облаци, от която да се извлече годно за анализ изображение, което на свой ред облекчава наблюдението на изследваната територия.

Наличието на голям брой участъци от електромагнитния спектър, регистрирани от сензора, дава достатъчно изходни данни за генериране на различни индексни изображения, показващи информация за състоянието на земното покритие, включително на растителността в определен период от време. Поради тази причина изображенията, генерирани от Sentinel-2a и 2b, са основен източник на настоящото изследване. Споменавайки източниците на настоящото изследване, следва да се има предвид, че неговият обект – лонгозните гори, е трудно разграничим само с помощта на преки класификационни признаци като тон, сянка и текстура от останалите гори по поречията на реките. Поради тази причина многоканалните спътникови изображения не са достатъчен източник за идентификацията на лонгозните гори с цел последващо проследяване на динамиката им на развитие.

С оглед на преодоляването на това предизвикателство като спомагателен източник за изследването са използвани и цифровият теренен модел (DEM), както и съответните картни листа на Цифровата ортофотокарта на Република България (ЦОФК), покриващи територията на природен парк „Странджа“.

ИЗСЛЕДВАНА ТЕРИТОРИЯ

Река Велека води началото си от няколко карстови извора в близост до турското село Ахлатлъ. По-голямата ѝ част, до вливането в Черно море при Синеморец, протича на българска територия, по територията на природен парк „Странджа“. Районът се характеризира с изразен континентално-средиземноморски климат. В района се наблюдава есенно-зимен максимум на валежите и липса на устойчива снежна покривка (Асенов 2006). Среднодневните температури за Синеморец и долното течение на реката през 2018 г. са в диапазона 3–28 °С, с ясно изразен максимум през август¹. Общата дължина на Велека е 147 км. Реката извира северозападно от връх Антепе на територията на Република Турция и тече на север. Образува речна система с голям брой първоразрядни притоци с перестообразен планов рисунок (Христова 2012). След вливането на р. Младежка (на 73 км от устието) долината на реката се разширява и наклонът рязко спада. Тази част от долното течение на реката

¹ По данни на meteoblue.

се характеризира с наличието на залесени заливни тераси, които в периода ноември–май периодично се заливат от речните води поради високото ниво на валежите и разликата в плътностите между речните води и водата в Черно море, правеща невъзможно оттичането на падналите валежи в морето, в резултат на което се образуват лонгозните гори, обект на настоящото изследване. Предвид факта, че територията на парк „Странджа“ е труднодостъпна и по времето на Студената война е била гранична между НАТО и ОВД², на нея липсват крупни промишлени производства и други антропогенни фактори, оказващи влияние върху горите. Най-близките крупни промишлени производства, които биха могли да бъдат източник на замърсяване, което да окаже въздействие върху лонгозните гори, се намират на 70 км на север („Лукойл Нефтохим“ в гр. Бургас) от устието на р. Велека.

МЕТОДИ НА ИЗСЛЕДВАНЕ

Идентификацията на лонгозните гори с помощта на преки класификационни признаци, както и различаването им от останалите гори, намиращи се на изследваната територия, не е възможна, тъй като признаци като текстура и сянка при тях не се отличават от тези при други горски масиви. Предвид несъвършенствата на методите за автоматична класификация на обекти, използвани от различни софтуерни пакети за обработка на пространствени данни като Racurs Photomod и ENVI, както и от географските информационни системи, идентификацията на лонгозните гори на изследваната територия чрез методи за автоматична класификация, като например метода на максималното сходство (maximum likelihood) или равната отдалеченост (equal distance), също не е възможно. Поради тази причина на подготвителния етап от настоящото изследване, с помощта на описаните по-горе ЦОФК и DEM, явяващи се част от нея, беше извършено визуално разпознаване на заливните тераси по долното течение на р. Велека. При разпознаването е използван подходът за едновременно отбелязване на идентифицираните гори в отделен клас с оглед на последващото им изследване.

Допълнително, с оглед на по-добрата локализация на лонгозните гори по течението на р. Велека, са набавени границите на защитена зона „Устието на р. Велека“³. За целите на най-пълното проследяване на динамиката на развитие на лонгозните гори по поречието на Велека идентифицираните на предходния етап територии с лонгозни гори са наблюдавани с помощта на изображения, получени от спътниците Sentinel-2a и b през 3 месеца. Такъв подход дава възможност да се покаже състоянието на горите както в периода на есенно-зимното пълноводие, така и в периода на лятното маловодие.

² Организация на Варшавския договор.

³ От базата данни на Изпълнителна агенция „Околна среда“ към МОСВ.

За целите на проследяване на изменението на състоянието на изследваните лонгозни гори се използва радиометричният индекс NDVI (Normalized Differential Vegetation Index). Значенията на индекса се изчисляват по формулата:

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red},$$

където NIR са значенията на спектралната яркост в близката инфрачервена, а Red – в червената област на спектъра. Базиран е на разликите в поглъщателната способност на хлорофила, съдържащ се във висшите растения в червената и инфрачервената област на електромагнитния спектър. Изменя се в диапазона от -1 до +1, като за растителността са характерни положителните стойности. Стойностите за почвена покривка са близки до 0. Стойностите между 0 и -1 са характерни за водни обекти. Индексът е подходящ за проследяване на сезонната динамика на развитие на растенията, тъй като отразява промяната на нивата на хлорофил и дава възможност да се проследи състоянието на процеса на фотосинтеза, характерен за здравите растения (Rouse et al. 1973).

За целите на генериране на индекса са избрани 4 изображения (3 от орбиталната групировка Sentinel-2 на ЕКА и едно от спътника Landsat-8 поради липсата на изображения в безоблачни дни през декември 2018 г., генерирани от Sentinel-2a и b), по едно за месеците януари, април, август и декември 2018 г. Целта на такова разпределение е да се провери състоянието на лонгозните гори в периодите на пълноводие и маловодие на р. Велека. Предвид различната големина на пикселите на инструментите OLI (Operational Land Imager, монтиран на Landsat-8) и MSI (монтиран на Sentinel-2a, b), преди пристъпване към генериране на индексни изображения е използвана функционалността *resampling*, предоставяна от SNAP за привеждане към една и съща големина на пиксела за всички изображения.

Като част от изследването за месеците април и август е проследено и съдържанието на вода в листната маса на лонгозните гори. Проследяването е извършено посредством индекса NDWI (Normalized Differential Water Index). Индексът показва количеството на водни молекули в листната маса на здравите растения и се базира на два участъка от инфрачервения спектър (с центрове съответно 860 и 1240 nm), в които водните молекули имат приблизително еднаква отражателна способност (Gao 1996).

Стойностите на индекса се изчисляват по формулата:

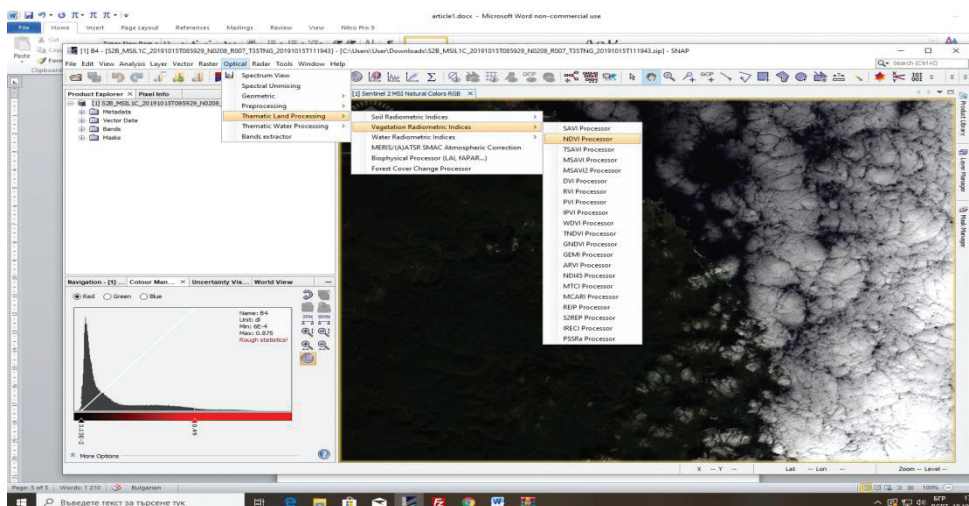
$$NDWI = \frac{NIR - SWIR}{NIR + SWIR},$$

където NIR е спектралната яркост в инфрачервена част на спектъра с център 860 nm, а SWIR е спектралната яркост в частта на спектъра с център 1240 nm. Важно е да се отбележи, че индексът не замества NDVI, а по-скоро предста-

влява негово допълнение, даващо по-пълна информация за състоянието на изследваните обекти.

За целите на изследването индексните изображения са генерирани с приложението SNAP на Европейската космическа агенция. Приложението е предпочетено пред стандартните растерни калкулатори на ГИС пакети като QGIS и ArcGIS, тъй като съдържа подготвени модули за тематична обработка, позволяващи генериране на индексни изображения, както и облекчени функционалности за последваща обработка на изображенията посредством нормализация или изравняване на хистограмите на изображението с цел по-добро подчертаване на изследваните гори.

По-долу е показано примерното функциониране на такъв модул.



Фиг. 1. ESA SNAP Thematic Land Processing Module
Fig. 1. ESA SNAP Thematic Land Processing Module

На базата на всички генерирани индексни изображения са съставени тематични карти, като за целите на последващата им интерпретация е осигурена и климатична информация от www.meteoblue.com. Информацията, предоставяна от портала, се базира на комбинация от няколко растерни метеорологични модела като NEMS⁴ и ECMWF, комбиниращи данни както от спътникови източници и наземни и/или симулирани с висока степен на вероятност данни от наземни измервания, даващи детайлно описание на климата на дадена територия.

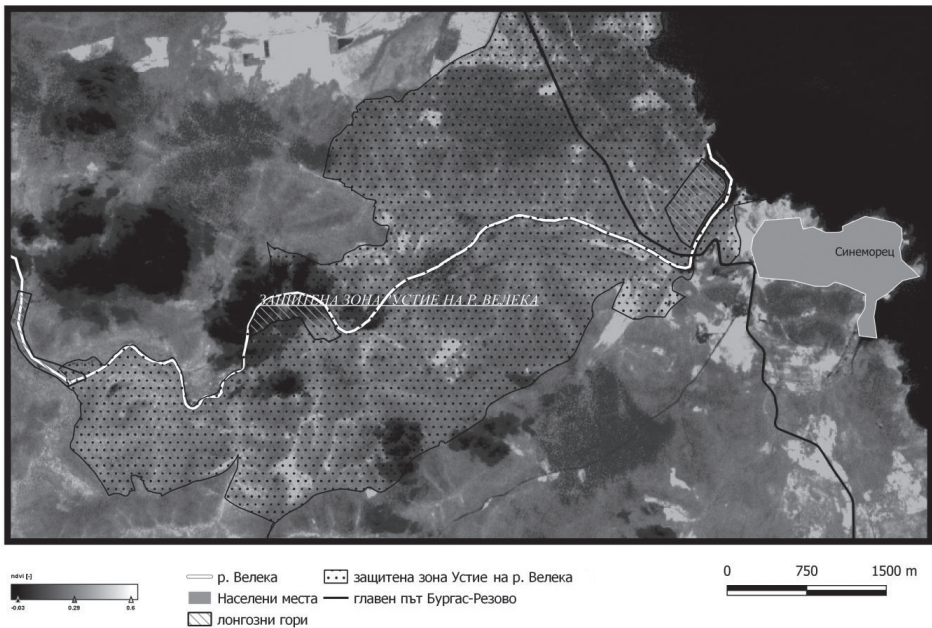
⁴ С 4 км клетка.

РЕЗУЛТАТИ

Януари 2018 г.

През месеца се наблюдават високи нива на валежите (до 22 мм през втората половина на месеца) и колебание на температурите в диапазона 3–20 °С. Приблизително 1/3 от дните през месеца са слънчеви.

В района липсват антропогенни фактори, въздействащи върху състоянието на горите по поречието на р. Велека, и такива климатични условия предполагат забавяне на процеса на фотосинтеза при здравите дървесни видове поради ниските температури и наличието на дни с висока облачност. Това на свой ред води до намалени нива на хлорофила в листната маса на растенията и до ниски нива на индекса NDVI, както е показано на фиг. 2. Като цяло за месеца стойностите на индекса за долното течение на р. Велека се движат в диапазона -0,03–0,6, като за лонгозните гори и за крайречните райони са характерни стойности в диапазона 0,12–0,38, дължащи се на гъстата растителност, изразяваща се в по-светли тонове на изображението по течението на реката.



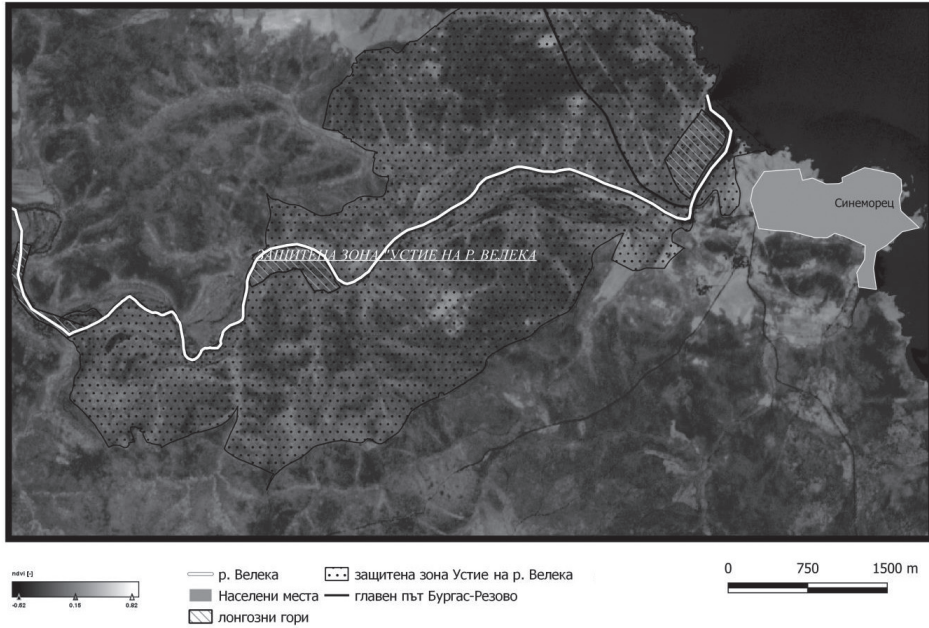
Фиг. 2. Състояние на лонгозните гори по долното течение на р. Велека през януари 2018 г.

Fig. 2. Condition of wetland forests along lower Velekariver in January 2018

Април 2018

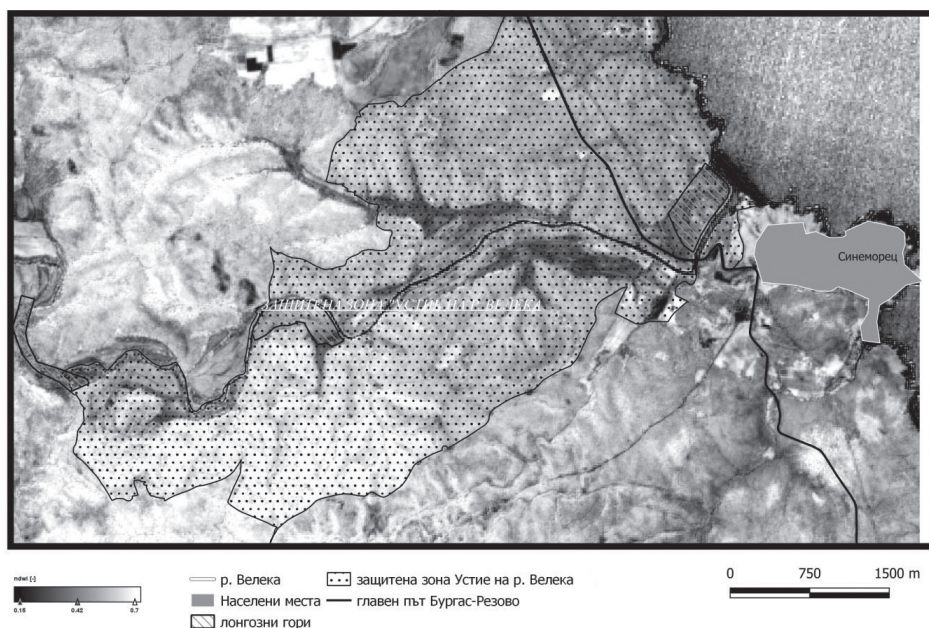
През месеца се наблюдават незначителни валежи (под 1 мм за два дни), както и увеличаване на слънчевото греене и диапазона на температурите (достигащи до 25 °С в периода 22–28 април), което на свой ред води до постепен-

но ускоряване на процеса на фотосинтеза и увеличаване на количеството на хлорофила в листната маса на дървесните видове в лонгозните гори. Стойностите на NDVI за месеца са в диапазона $-0,52-0,82$, като за лонгозните гори са характерни стойности в диапазона $0,05-0,57$, говорещи за плавна поява на нова листна маса и свързаното с нея и увеличението на температурата ускоряване на процеса на фотосинтеза и наличието на хлорофил в лонгозните гори.



Фиг. 3. Състояние на лонгозните гори по долното течение на р. Велека през април 2018 г.
 Fig. 3. Condition of wetland forests along lower Velekariver in April 2018

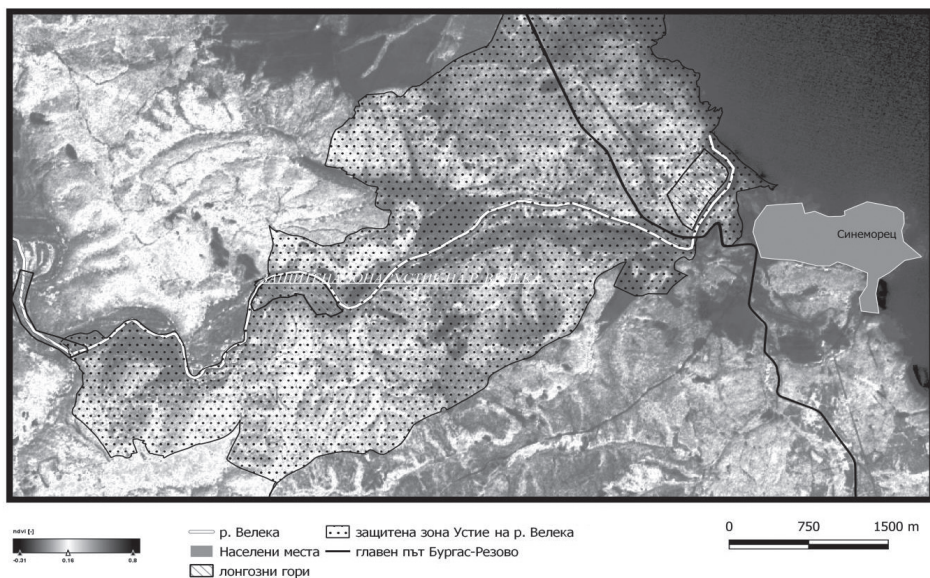
Поради незначителните валежи за месец април е извършена и проверка на водата в лонгозните гори, като за целта е използван описаният по-горе индекс NDWI. Както е видно от фиг. 4, стойностите на индекса са между $0,57$ и $0,76$, което предполага наличие на достатъчно вода за развитие на растенията и нормално протичане на процеса по образуване на нова листна маса след приключването на зимата.



Фиг. 4. Свободна вода в лонгозните гори по долното течение на р. Велека през април 2018 г.
 Fig. 4. Free water in the wetland forests along lower Velekariver in April 2018

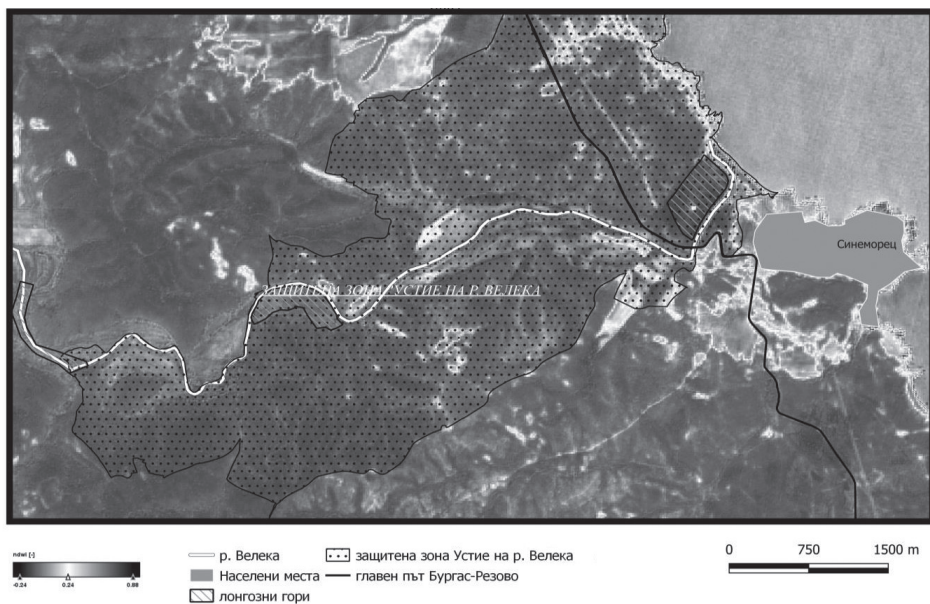
Август 2018

Август се характеризира със значително намаляване на валежите, устойчиви дневни температури в диапазона 28–30 °С и увеличаване на слънчевото греене, което на свой ред ускорява процеса на фотосинтеза при здравите растения, както е видно от равнищата на NDVI индекса, показани на фиг. 5. Като цяло за изследваната територия са характерни стойности на индекса между -0,31 и 0,8, като за лонгозните гори и крайречната растителност като цяло стойностите са в диапазона 0,01–0,76. Най-високите стойности са характерни за една от лонгозните гори, разположена в непосредствена близост до пясъчната коса на устието на р. Велека, което показва, че дори високото съдържание на соли във въздуха на крайбрежието не влия отрицателно на формирането на листна маса и на процеса на фотосинтеза.



Фиг. 5. Състояние на лонгозните гори по долното течение на р. Велека през август 2018 г.
 Fig. 5. Condition of wetland forests along lower Velekariver in August 2018

През август също липсват валежи, поради което за месеца отново е извършена проверка на водата в лонгозните гори с помощта на индекса NDWI. Резултатите са показани на следващата фигура.

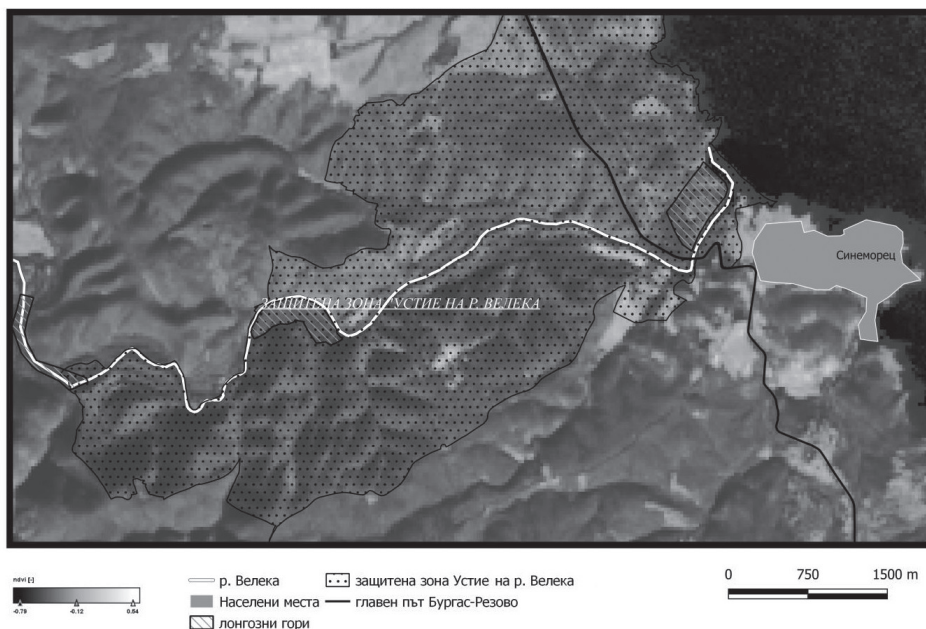


Фиг. 6. Свободна вода в лонгозните гори по долното течение на р. Велека през август 2018 г.
 Fig. 6. Free water in the wetland forests along lower Velekariver in August 2018

Стойностите на индекса за месеца са между 0,6 и 0,88, което предполага наличие на достатъчно вода за развитие на растенията и нормално протичане на процеса на фотосинтеза въпреки липсата на валежи.

Декември 2018 г.

Месецът се характеризира с постепенно намаляване на температурите и слънчевото греене, увеличаване на валежите и със забавяне на процеса на фотосинтеза, което на свой ред се отразява върху количеството хлорофил в листната маса на растенията и съответно в намаляване на стойностите на индекса NDVI, както е показано на следващата фигура. Стойностите на индекса за изследваната територия са между -0,79 и 0,54, като за лонгозните гори са характерни стойности около -0,34 и 0,48.



Фиг. 7. Състояние на лонгозните гори по р. Велека през декември 2018 г.
Fig. 7. Condition of wetland forests along lower Velekariver in December 2018

ДИСКУСИЯ

В изследването беше разгледано развитието на лонгозните гори по долното течение на р. Велека през 2018 г., за да се покаже възможен подход за дистанционни изследвания на крайречни гори в защитени територии. Предвид факта, че липсват екстремни стойности на индексите, може да се направи заключението, че през 2018 г. изследваните гори са в добро състояние и използваният

подход позволява проследяване на сезонната динамика на развитие на горите. Като цяло във всеки от изследваните месеци високите стойности на NDVI за изследваната територия са концентрирани около поречието на р. Велека (показвани с еднороден тон на всяко от изображенията) с пикове в лонгозните гори. При NDWI отново се наблюдават пикове за териториите по поречието на Велека. Повишаване на стойностите на NDVI (и съответно на зелената листна маса) се наблюдава в месеците с по-малко валежи и по-високи температури, което свидетелства за нормално сезонно развитие на дървесната растителност. Може да се направи заключение, че това се дължи на повишеното изпаряване на речни води, включително и от заливните тераси по течението на реката, наводнени през дъждовните месеци поради разликите в плътността на морската и речната вода и невъзможността целият отток на р. Велека да се оттича в Черно море. Предстои лонгозните гори да бъдат изследвани през по-кратки интервали от време (на 2 месеца) и за по-продължителен период (2018–2020), което ще даде по-детайлна картина на състоянието им.

Следва да се отбележи, че наличните за целите на изследването спътникови данни не позволяват изследването на конкретни горски масиви в големи детайли поради недостатъчно високата си пространствена разделителна способност. Наличието на данни с висока пространствена разделителна способност ($GSD < 1$ м) в RGB и NIR диапазоните на спектъра дава възможност и за изследване на вариациите на стойностите на радиометричните индекси в рамките на конкретен горски масив, както и за проверка дали отделни части от масива не са нападнати от паразити (Dimitrov et al. 2019). Предвид факта, че устието на р. Велека е встрани от орбитите на множество спътникови групировки, осигуряващи данни с висока разделителна способност като WorldView и Komsat и осигуряването на спътникови данни изисква пренасочване (tasking) на спътник и води до значителни разходи⁵ за данни, една от възможностите за получаване на изображения с висока пространствена разделителна способност за сравнително малки по площ обекти, каквито представляват лонгозните гори, попадащи в границата за защитена зона „Устието на река Велека“, е използването на безпилотни летателни системи с цифрови камери с висока пространствена разделителна способност (Иванов 2014).

ИЗВОДИ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Радиометричните индексни изображения, генерирани от многоканални сензори за дистанционни изследвания (лятящи на ниска околоземна орбита или в близост до земната повърхност), представляват мощен инструмент за изследване и проследяване на динамиката на развитие на различни природни обекти. Подобен подход не изисква пряк контакт с изследваните обекти и про-

⁵ 49 долара за кв.км към момента на изследване – източник: cloudeo.store.

дължително присъствие на изследователя на терен, което дава възможност чрез него да бъдат изследвани процесите в защитени територии с висока консервационна значимост, каквито представляват националните и природните паркове и разположените в техните рамки поддържани резервати.

В зависимост от поставените задачи генерираните от данни, получени по дистанционен път, индексни изображения позволяват да се изследват различни аспекти на състоянието на наблюдаваните обекти. Индексните изображения, генерирани от данни, получени по дистанционен път, позволяват да се наблюдава както моментното състояние, така и динамиката на развитие в определен период от време.

Важно е да се отбележи, че правилната интерпретация на индексните изображения изисква наличие на климатични данни за периода на изследване, тъй като отражателната способност на различните елементи на изследваните обекти в различните участъци на електромагнитния спектър, както и признаците за разпознаване и проследяване на изследваните обекти са в пряка зависимост от климатичните условия.

Наличието на голям избор от сензори за дистанционни изследвания с различна пространствена и времева разделителна способност (от 5 дни за спътникови групировки до няколко часа за безпилотните летателни системи) дава възможност за генериране на индексни изображения с различна степен на детайлност в зависимост от поставените задачи.

В заключение следва да се отбележи, че основен инструмент за анализ и интерпретация на данните, получени по дистанционен път, си остават географските информационни системи (ГИС), като е възможна както паралелната обработка на данните от дистанционните изследвания и допълнителните ГИС данни и генериране на индексни изображения с помощта на създадени за целта приложения (подхода на настоящото изследване), така и едновременна обработка на данните от ГИС и дистанционни изследвания и генериране на индексни изображения с помощта на функционалностите за растрерна алгебра на избрания ГИС софтуер.

ЛИТЕРАТУРА

- Асенов, А. 2006. Биогеография на България. София: Ан-Ди.
- Иванов, И. 2014. Съвременни тенденции и методи за наблюдение и управление на горската растителност. – *Год на СУ, ГГФ*, т. 106, кн. 2 – География.
- Книжников, Ю. Ф., В. И. Кравцова, О. В. Тутубалина. 2004. Аэрокосмическите методи географических исследований. Москва: АСADEMIA.
- Христова Н. 2012. Речни води на България. София: Тип-топ прес.
- Dimitrov, S., G. Georgiev, P. Mirchev et al. 2019. Integrated model of application of remote sensing and field investigations for sanitary status assessment of forest stands in two reserves in West Balkan Range, Bulgaria. Proc. SPIE 11174, Seventh International

- Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment (RSCy2019), 1117404 (27 June 2019).
- Gao. 1996. NDWI – A Normalized Differential Water Index for Remote Sensing of Vegetation Liquid Water from Space, *Remote Sensing of Environment*, 55, 257–266.
- Lillesand, T., R. Kiefer, J. Chipman. 2008. *Remote Sensing and Image Interpretation*, sixth edition. New Delhi: Wiley India.
- Rouse, J. W., Jr., R. H. Haas, J. A. Schell et al. 1973. Monitoring the vernal advancement green wave effect and retrogradation of natural vegetation. *Prog. Rep. RSC 1978-1*, Remote Sensing Center, Texas A&M Univ., College Station, 93 p., <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19730017588.pdf>, последно достъпен на 29.12.2019.
- Schowengerdt, R. 2007. *Remote sensing, models and methods for image interpretation*. Cambridge University Press.

SUMMARY

APPLICATION OF REMOTE SENSING METHODS FOR MONITORING OF DEVELOPMENT OF VELEKA RIVER WETLAND FORESTS IN 2018

Rapid development of remote sensing allows wide range of researchers to resort to them in order to analyze and interpret the dynamics of development of various natural habitats without direct interaction that might be harmful for the particular ecosystem. The paper looks at the possibility to apply remote sensing methods for the purpose of monitoring of wetland forests located in Strandja Natural Park, along Veleka river. It uses radiometric indices (NDVI and NDWI) in order to monitor the development of riverine forests along Veleka river. In the methodological part of the paper, both NDVI and NDWI indices are explained and rationale is provided in order to show why the two indices complement each other and are simultaneously used in the paper. The paper looks at the conditions of three riverine forests located at the Veleka Estuary protected area (established for the purpose of protection of wetland forests on the basis of Biodiversity Law and Nature 2000 directives). On the basis of index imagery, generated from Sentinel-2 and Landsat 8 data and climate information for each month, the paper shows the condition of the forests in January, April, August and December of 2018 in order to give a comprehensive picture of the condition of the monitored riverine forests in both Spring and Autumn high waters of Veleka river. On the basis of NDVI index imagery, the article shows that forests are in good condition and that changes in the index values for each of the months can be attributed to the seasonal dynamics of the forests development. Since during April and August the climate data showed limited (in April) or no precipitations at all, the article looks at the quantity of free water in the forests, using NDWI based index imagery. Values of NDWI also show that sufficient free water for the development of forests.

On the basis of the results and the discussion, the paper concludes that index imagery based on the remotely acquired imagery from both orbital and earth atmosphere platforms are a powerful tool for monitoring of development and research related to various natural sites.