

МЕЖДИНЕН ОТЧЕТ ЗА ТРЕТИЯ ЕТАП (2012 - 2013)

на договор №ДК0Ф7РП02/21 „Приложение на информационните технологии за моделиране на горски екосистеми като подход за развитие на динамични глобални модели на растителността”

Срокът за изпълнение на дейностите по проекта е 01.09. 2013 г., но по независещи от колектива причини изпълнението на дейностите продължи и през м. септември. В една от опитните площи (ПП2) гората бе изсечена. Наложиха се търсене на нова представителна площ, залагане на опадоуловители в нея, таксиране на дървесния етаж, определяне на нови моделни дървета. Отсичането на моделните дървета и вземането на проби от тях се извърши в средата на м. септември, което забави също изготвянето на финансовия отчет по проекта. Обработката на пробите и химическите анализи продължават. Тези дейности бяха допълнителни и екипът ги извърши спешно, тъй като беше застрашено изпълнението и на задачите по дисертационната работа на докторанта по проекта.

Съгласно Работната програма за 2012-2013 г. през отчетния период бяха извършени следните дейности по набелязаните преоритетни точки:

1.1. Попълване на базата с обработени и измерени дендрохронологични проби

През отчетния период бяха осъществени 2 командировки до ДГС Говежда и ДГС Чупрене. Събрани бяха 30 шайби от р. *Quercus* и 108 шайби от 6 моделни церови и благонови дървета, със съдействието на лесничействата, като престои тяхната обработка и измерване. Обработени, шлайфани, подготвени за измерване и измерени са 30 бр. дендрохронологични проби от *Picea abies* (L.) Karst., *Fagus sylvatica* L., *Quercus cerris* L., *Q. frainetto* Ten., *Q. pubescens* Willd., като 7 от тях бяха взети през 2012 г. За шлайфането им бе заплатено на фирма, тъй като някои от тях бяха големи по диаметър и не можахме да се справим с наличната портативна шлайф-машинка. В текстовите файлове от измерванията с прирастомер Lintab 5 и с помощта на програмата TSAPWin (Приложение 1. Данни от измерванията) са дадени в колонка годините и съответстващите ширини на годишните пръстени в $\text{mm} \cdot 10^{-4}$. Измерванията са включени в създадената класификационна база и участват в новите анализи.

За обработване на измерените данни бе закупен статистически пакет от фирмата Rinntech.

1.2. Тестване на създадените класификации на PFTs чрез вкарване на нови данни в анализа

Дендрохронологичните редици, получени от направените допълнителни измервания са добавени към създадената класификационно-ориентирана база данни, която се поддържа на сървър, обработени са съвместно със съществуващите вече данни. Обработката и обобщаването на резултатите са представени в постер (“Holistic ecological approach to detect Scotch pine eustress”) на международна среща в Неапол и две публикации (“Stem growths, forest community state and modeling”; “Holistic ecological approach for *Fagus sylvatica* L. dendrochronological series assessment as a source of information for tree eustress”), предадени за публикуване в два международни журнала на Elsevier.

Обобщените резултати от тези изследвания са дадени по-долу.

В резултат на проведения паралелен анализ на растежния индекс в локации от два отдалечени района на разпространението на белия бор – Скандинавия и Испания бе установено:

- по-голям среден брой на еустресови години в Скандинавия, което може да се дължи на по-дългите редици, включени в анализа, но със сигурност също е в зависимост от по-големия брой стресови години на север. Това се доказва и от стойностите на коефициентите К и С_t ;
- тенденция на увеличаване на броя на еустресовите периоди с увеличаване на надморската височина, добре изразена за белия бор в Скандинавия и слабо – в Испания;
- общите еустресови периоди за двата отдалечени района: 1901-1911; 1917- 1922; 1936-1942; 1949-1950 и 1961-1969, вероятно свързани с глобално изменение на климата, повлияло върху растежа на белия бор;
- различия в еустресовите години за двата региона, което е естествено и е свързано със съществуващите различия в местообитанията и стопанисването на горите;
- в двата изследвани района, въпреки различния климат за периода 1901-2009, преобладаващата стресова година е АНД - годината (горещата и суха година) според отклонението от климатичната норма за валежи и температури. АСД - годината (студената и суха година) има също голямо значение за растежа на белия бор в Скандинави, докато в Испания на второ място по значение е АСВ годината (студената и влажна година);
- в най-много от изследваните локации на Скандинавия белият бор е със средна честота на еустресовите периоди от 3 и 4-та степен и дълбочина от 3-та степен – честа или много честа поява на дълбоки стресови периоди. За 10 от изследваните локации в Скандинавия и 2 от Испания установената комбинация от дълбоки стресови периоди, появяващи се често или много често е рискова за бял боровите екосистеми.

Анализирани са също 325 букови дендрохронологични редици от 10 района в Европа, включително: характеристика на сериите, адекватност на избраната климатична и биологическа

климатична година, описание на еустреса спрямо съвместните флуктуации в температурно-валежния режим и It_{min} , значение на климатичните типове години за появата на еустрес, характеристика на установените еустресови периоди – продължителност, честота и дълбочина. При сравнителните анализи са направени интересни изводи за растежа на вида в Европа.

Публикуваните разработки доказват възможностите на демонстрирания подход и създадения софтуер за по-нататъчно широко приложение.

Резултатите от обработката на дендрохронологичните проби за 9 вида дървета в Европа и развитието на идеите за горския мониторинг чрез изследване на еустресовите и създаване на класификации на функционални типове дървета са обобщени в научна монография, преведена на английски език, като са направени две редакции. Престои рецензиране и отпечатване на монографията (Приложение 2).

1.3. Разработване на допълнителна функционалност на версия 2.0 на приложение SPPAM

Разработена бе следната нова функционалност на приложението - SPPAM 2.5:

- Регресионен анализ на зависимостта между осреднените индекси за локалитет и климатичните данни. Разработени са алгоритми за многомерен линеен анализ и едномерен нелинеен анализ.
- Генериране на справки по имена на държави и имена на видове дървета за съхраняваните резултати от предишни обработки.
- Разработка на алгоритъм за намиране на връзка между климатичните данни и стресовите периоди.
- Разработено е Уеб приложение за осигуряване на публичен достъп до резултатите от първичната обработка на ширините на годишните пръстени:
 - Изчисляване на най-добрият апроксимационен полином и R^2 .
 - Изчисляване на индексите на ширините на годишните пръстени.
 - Визуализация на графиките на ширините и растежните индекси на годишните пръстени и апроксимационния полином.

Актуализирано е „Ръководството на потребителя“ за работа с приложението, което е преведено на английски и е качено на сайта на проекта (Приложение 3; www.e-ecology.org). За демонстриране на базата и SPPAM 2.5 приложението със средства от проекта бе закупен мултимедиен проектор.

2.1. Теренна работа и събиране на данни за структурни и функционални показатели на дъбови гори за попълване на базата

Проведени са две теренни командировки, чрез които базата е обогатена с данни от:

- Направените 21 нови фитоценологични описания на характерни фитоценози от изледваните ксеротермни дъбови гори на територията на ЗЗ „Западна Ст. пл. и Предбалкан“ (Приложение 4; Табл. 1).

Таблица 1. Обобщени фитоценотични описания

Вид/Оценка	Номер на описанието																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
<i>Acer campestre</i>	+	+	+	+	+		+					2	+		+	+		+	+		
<i>Achillea millefolium</i>																					+
<i>Alliaria petiolata</i>	+			2		+						+	+		1	+		+		+	
<i>Allium sp.</i>	+				+			+	+		+		+					+			
<i>Anemone nemorosa</i>																		+		+	
<i>Aremonia agrimonoides</i>															+				+		+
<i>Arum maculatum</i>								+							+	+					
<i>Asarum europaeum</i>					+																
<i>Asparagus tenuifolius</i>			+			+															
<i>Athyrium filix-femina</i>								+				+								+	
<i>Bellis perennis</i>			+															+	+		
<i>Brachypodium sylvaticum</i>		+	+	+	1			+	+	+	+	+	1				1	1		1	+
<i>Brachypodium pinnatum</i>																					+
<i>Capsella bursa-pastoris</i>				+														+			
<i>Cardamine bulbifera</i>	+												+		+	+				+	
<i>Carpinus betulus</i>								+				+						+			
<i>Carpinus orientalis</i>	3	1	+		+	+	8	6	+		3	7	9	7	+	1		+		+	+
<i>Chamaecytisus hirsutus</i>		+	+						+		+	+		+			+	+		+	
<i>Chamaespartium sagittale</i>																			+		
<i>Clynopodium vulgare</i>																					+
<i>Cornus mas</i>	+	+		1			+					1	+		+	+	+	+	+		
<i>Cornus sanguinea</i>											+										
<i>Corylus avelana</i>												+				+			1		
<i>Cotinus coggygria</i>				+			+														
<i>Crataegus monogina</i>	1	2	2	2	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	3	1	2	1	1
<i>Cruciata glabra</i>		+	+	+	+		+				+						+				
<i>Cynodon dactylon</i>										+											
<i>Cystopteris fragilis</i>								+													
<i>Dactylis glomerata</i>																					+

<i>Dianthus sp.</i>													+										
<i>Digitalis lanata</i>	+				+																		
<i>Eounimus europaeus</i>	+		+	+			+															+	
<i>Euphorbia cyparissias</i>										+												+	
<i>Festuca heterophylla</i>	+	+	1		+				1	+		+	+	+	+		+	2	1	1	1		
<i>Fragaria vesca</i>					+		+	+						+	1		+	+				+	
<i>Fraxinus ornus</i>	2	1	+	+	+		2	4	+	+	1	+	1	3	+	+	1	3					
<i>Galium aparine</i>	3			+																		+	
<i>Galium odoratum</i>		+	+			+	+		+	+	+	2	+		+	+	+	+		+			
<i>Geranium robertianum</i>																				+			
<i>Geranium sanguineum</i>												+											
<i>Geum urbanum</i>												+			+	1						+	
<i>Glehoma hederacea</i>								+			+												
<i>Hedera helix</i>							+				+				+								
<i>Helleborus odoratus</i>	+		+	+	+	+	+				+	+			1	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Hieracium sp.</i>	+	+								+				+	+			+		+	+	+	+
<i>Hypericum perforatum</i>										+				+									
<i>Isopyrum thalictroides</i>								+				+			+								
<i>Laburnum anagyroides</i>									+	+													
<i>Lamium purpureum</i>			+	+		3					+	+	+	1	+					+			
<i>Lathyrus niger</i>		+	+	+	+		+		+		+					+		+					
<i>Ligustrum vulgare</i>				+			+																
<i>Lotus corniculatus</i>																							+
<i>Luzula forsteri</i>	+	1	1		+			1						+	+								
<i>Luzula luzuloides</i>					+											+							1
<i>Malus sylvestris</i>				+																			
<i>Medicago falcata</i>		+																					
<i>Melica uniflora</i>							1	+		+	+			1	+			+					
<i>Mentha spicata</i>				+						+							+		+				
<i>Muscari botryoides</i>															+						+		
<i>Mycelis muralis</i>				+									+										
<i>Myosotis sylvatica</i>												+	+	+				+		+			
<i>Paeonia peregrina</i>				+																			
<i>Physospermum cornubiense</i>	+	+	1	1	+	+	+	+	+	+	1			+	1	+	+	+	+	+	+		
<i>Pinus nigra</i>										+													
<i>Plantago lanceolata</i>																							+
<i>Poa nemoralis</i>										+	+	1		2			+	+	1				
<i>Polygonatum latifolium</i>	+		+		+		1	+	+		+		+	+	+	+	1	+					
<i>Polygonatum verticulatum</i>				+																			
<i>Potentilla micrantha</i>	+	+			+		+	+	+	+	+	+		+	+	+		+	+	+	+	1	
<i>Primula veris</i>																+		+		+			
<i>Prunus spinosa</i>										+		1					1	+	1				

<i>Pulmonaria officinalis</i>					+																
<i>Pyrus pyraeaster</i>	+		+		+				+			+					+		1	+	
<i>Quercus cerris</i>	7	1	3	8	4	6	4	5	+		+	10	2		1	7	2	2	10	4	
<i>Quercus frainetto</i>	3	9	7	2	6	4	6	5	10	10	9	+	8	5	10	3	8	8	+	6	7
<i>Ranunculus ficaria</i>			+								1	+		+	+	+	+				
<i>Rosa canina</i>	+		+								+						+				+
<i>Rosa sp.</i>		+		+	+		+											+	+	1	
<i>Rubus caesius</i>			+											+							
<i>Rumex sp.</i>												+									+
<i>Ruscus aculeatus</i>															+						
<i>Sanicula europaea</i>												+									
<i>Sorbus aucuparia</i>	+		+		+			+					+								
<i>Sorbus torminalis</i>	+	+			+			+	+				+		1	+		+			
<i>Stellaria graminea</i>			+	+		2		1				3	1		+	+		1			
<i>Stellaria media</i>																		+			
<i>Tamus communis</i>	+		+	+	+	+		+			+		+			1		+			
<i>Taraxacum officinalis</i>				+														+	+		
<i>Teucrium chamaedrys</i>																			+		
<i>Teucrium polium</i>					+																
<i>Tilia cordata</i>	+		+		+					+	+	+				+			+		
<i>Ulmus glabra</i>				+																	
<i>Verbascum phlomoides</i>																		+			
<i>Veronica chamaedrys</i>																+	+				+
<i>Veronica officinalis</i>			+										+					+			
<i>Viburnum lantana</i>				+	+		+														
<i>Vicia sativa</i>									1	+			+			+	1	+	+	+	
<i>Viola odorata</i>				+		+	+	+			+		+	+	+						+
<i>Viola reichenbachiana</i>							+								9						+

- Вземите над 30 GPS точки за верификация на създадените в среда на ГИС модели на ксеротермните дъбови гори в 33 „Западна Стара планина и Предбалкан“;
- Измерванията на взетите 30 шайби за дендрохронологичен анализ;
- Събраната информация за фенофазите на дъбовите гори в защитената зона;
- Данните от химическия анализ на взетите почвени проби от четирите пробни площи за 10 макро- и микро-елемента (Табл. 2.).
- Данните от химическия анализ на пробите от опад и постилка за 10 макро- и микро-елемента (Табл. 2.).

Табл. 2. Данни от химическия анализ на почва, опад и постилка

Компонент	Елемент, mg.kg ⁻¹	Елемент, %
-----------	------------------------------	------------

/ПП	Ca	K	Mg	P	Mn	Cu	Fe	Zn	C	N,общ
Почва/ПП										
1	1771.0	4133.0	1923.0	327.0	1241.0	17.0	18537.0	43.5	1.9	0.1
2	2507.0	5774.0	3067.0	252.0	1522.0	20.8	21276.0	50.7	3.8	0.2
3	6913.0	9022.0	5945.0	614.0	1325.0	46.7	38234.0	93.4	3.1	0.1
4	2606.5	8037.0	3446.5	288.0	1381.0	33.9	25319.0	51.2	4.0	0.1
X	3449.4	6741.5	3595.4	370.3	1367.3	29.6	25841.5	59.7	3.2	0.1
S	2339.0	2207.5	1695.0	165.4	118.1	13.5	8718.7	22.7	1.0	0.1
Var.*10⁵	54.7	48.7	28.7	0.3	0.1	0.0	760.2	0.0	0.9	0.0
Постилка/ПП										
1	11617.0	1760.0	1435.0	791.0	3411.0	15.2	3650.0	47.6	44.6	0.9
2	8971.0	2324.0	1911.0	570.0	2737.0	18.7	10554.0	46.6	28.1	0.6
3	16739.0	2533.0	2481.0	1062.0	2410.0	29.5	8352.0	45.6	46.6	0.5
4	8745.0	2310.0	2030.0	523.0	2090.0	18.5	10659.0	33.0	31.5	0.4
X	11518.0	2231.8	1964.3	736.5	2662.0	20.5	8303.8	43.2	37.7	0.6
S	3716.9	330.6	429.8	246.5	564.9	6.2	3279.8	6.8	9.3	0.2
Var.*10⁵	138.2	1.1	1.8	0.6	3.2	0.0	107.6	0.0	86.4	0.0
Опад/ ПП										
1	9319.0	5882.0	1725.0	1041.0	2473.0	15.3	286.0	49.7	57.0	0.8
2	9284.0	6598.0	1707.0	948.0	2745.0	13.0	306.0	24.4	48.7	0.6
3	14732.0	5676.0	2412.0	1267.0	1952.0	12.7	376.0	23.2	59.4	1.0
4	12008.0	6137.0	2059.5	1107.5	2348.5	12.9	341.0	23.8	58.1	0.6
X	11335.8	6073.3	1975.9	1090.9	2379.6	13.5	327.3	30.3	46.1	0.6
S	2598.9	397.4	332.9	134.4	329.7	1.2	39.7	13.0	4.9	0.2
Var.*10⁵	67.5	1.6	1.1	0.2	1.1	0.0	0.0	0.0	23.5	0.0

Според средното си съдържание в изследваните компоненти на горската екосистема, изследваните елементи формират редиците:

Почва: Fe>K>Mg>Ca> Mn > P > Zn > Cu

Постилка: Ca>Fe>Mn>K> Mg > P > Zn > Cu

Опад: Ca>K>Mn>Mg> P >Fe > Zn > Cu

В постилката и опада преобладава калция, а в почвата – желязото, което съответства на калциевия тип химизъм на кръговрата на дъбовите гори. В групата на първите четири елемента по средно съдържание липсва мангана за изследваните почви, магнезия - за изследваната постилка и желязото – за изследвания опад. Съдържанието на въглерод се увеличава 12 до 14 пъти в постилката и опада, а на общ азот –около 5 пъти.

Варирането на съдържанието на елементите в изследваните компоненти в пробните площи е най-високо за съдържанията на Fe, Ca, K и Mg в почвата; Ca, Fe и C в постилката и на Ca и C за опада.

Коефициентът на биологично поглъщане на изследваните елементи (BAC) е над 1-ца за 4 от тях, т.е. може да се каже, че тези елементи се акумулират в изследваните растителни фракции спрямо хумусния почвен хоризонт:

	C>	N>	Ca>	P>	Mn
Постилка:	11.8	4.9	3.3	2.0	1.9
Опад:	14.4	4.7	3.3	2.9	1.7

Анализът на резултатите от химическия анализ ще продължи след получаването и на другите резултати. През следващия период ще бъде оформена и предадена за печат публикация върху химизма и интензивността на биологичния кръговрат в изследваните дъбови екосистеми.

- Данни от взетите проби за тревните етажи - по 5 пробни площадки с размери 0,25 m² за четирите пробни площи. Пробите са фракционирани, определено е абс.с. им тегло и са изчислени надземните запаси на фитомаса и годишната продукция (Табл. 3, 4).

Табл. 3. Отчетена биомасата в тревния етаж на изследваните ксеротермни дъбови гори по пробни площадки

№ на площадка	g.m ⁻² абс. с. т.
1	17.200
2	9.680
3	13.836
4	18.612
5	45.092
6	74.320
7	29.212
8	12.272
9	13.088
10	31.244
11	60.640

12	12.572
13	3.172
14	12.292
15	41.436
16	47.524
17	57.452
18	73.056
19	71.988
20	89.836
Σ	734.524
x	36.726
S	26.677
Sx	1.836
Var.*103	0.712

Табл. 4. Годишна продукция ($\text{g.m}^{-2}.\text{y}^{-1}$ абс. с. т.), постилка (g.m^{-2} абс. с. т.) и биомаса (g.m^{-2} абс. с. т.) в тревния етаж на изследваните дъбови екосистеми

АГБ/ПП	Житни	Бобови	Разнотревие	Поници	ПП	Постилка	БМ
1	2.844	17.158	3.491	9.544	33.037	0.676	33.713
2	23.471	2.768	11.432	3.009	40.680	8.880	49.560
3	21.704	0.000	4.668	11.269	37.641	0.417	38.058
4	22.119	0.000	32.189	10.326	64.634	5.179	69.813
X	17.535	4.982	12.945	8.537	43.998	3.788	47.786
%	39.85	11.32	29.42	19.40	100.00	7.930	100.000

В общата продукция на тревна фитомаса ($43.998 \text{ g.m}^{-2}.\text{y}^{-1}$ абс. с. т.) с най-голямо участие е групата на житните – около 40%, което е свързано с наличието на известно зачимяване и намаляване на склопа на дървесния етаж. Групата на разнотревие то все още обаче има значително участие – около 30%. Горските съобщества са с добро възобновяване на дървесния етаж – пониците участват с близо 20% в годишната продукция. Фитомасата на тревния етаж силно варира (табл. 3), което е следствие от влошената хоризонтална структура на горите, варирането на склопа и засилване на мозаичността.

- Данни за листната повърхност на първият дървесен етаж на дъбовите екосистеми (Табл. 5).

Табл. 5. Изчислена листна повърхност за дъбовите екосистеми

Модел	200 кръгчета (g, св.т.)	Листа (g, св.т.)	S, m^2
M1	5.000	33376.000	235.801

Q. frainetto	5.037		234.069
	4.989		236.321
M2 Q. cerris	5.075	18440.000	128.353
	5.668		114.925
	5.322		122.396
M3 Q. cerris	6.684	10380.000	54.858
	6.539		56.075
	6.297		58.230
M4 Q. cerris	6.068	46260.000	269.304
	5.604		291.601
	5.612		291.186
M5 Q. frainetto	5.145	32500.000	223.141
	5.341		214.953
	5.507		208.473
M6 Q. frainetto	5.983	8500.000	50.186
	6.350		47.285
	6.452		46.538
X	5.704	24909.333	160.205
Var.	0.335	-	8657.975
S	0.579	-	93.048

Варирането на листната повърхност по пробни площи в m² е съответно: 33482.9; 24030.8; 23870.6 и 26754.3 за пробна площ 1, 2, 3 и 4. Теренните данни за листната повърхност ще бъдат използвани за изчисляване на функционални индекси и за верифициране на сателитните изображения за изследваната растителност.

- Обработени са данните от таксирането на дъбовите гори, изчислени са моделните дървета за изследване на надземната биомаса и продукция на дървесния етаж в дъбовите екосистеми (Табл. 7). Резултатите са докладвани на Семинара по екология, 2013 г. Подготвя се тяхното публикуване в сборник от семинара (Characteristics and distribution of xerothermic oak ecosystems in SCI “Zapadna Stara planina i Predbalkan” as subject of functional research; Приложение 4.1). Изнесен е също доклад за хабитатното разнообразие на района на разпространение на изследваната ксеротермна дъбова растителност (Приложение 4.2) ;

Табл. 7. Параметри на изчислените моделни дървета за пробните площи

площадка №	класове	d (cm)	h (m)	dk (m)	hk (m)	N
<i>Q. frainetto</i>						
1	1	16.04	18.85	3.31	7.59	117
	2	22.55	22.96	4.44	10.13	59

	3	30.02	24.38	6.12	9.91	33
2	1	17.90	18.43	4.44	8.43	22
	2	18.46	20.30	4.50	8.65	21
	3	19.43	20.61	5.68	9.72	19
3	1	14.66	17.18	3.86	6.64	30
	2	24.99	23.92	5.07	11.00	13
	3	32.27	24.86	7.91	10.14	8
4	1	17.53	20.68	4.52	7.39	91
	2	24.98	25.50	6.18	9.40	45
	3	30.03	26.63	7.22	11.90	31
<i>Q. cerris</i>						
2	1	18.08	21.38	4.59	11.1	42
	2	22.46	22.84	5.2	12.5	27
	3	26.77	24.74	5.56	10.42	19
3	1	20.02	23.62	5.00	11.45	51
	2	27.06	25.53	6.66	12.59	28
	3	32.75	25.89	7.53	11.36	19

От проведените 2 командировки са взети общо 154 проби: 61 стъблени шайби от моделните дървета, 6 стъблени връшки, 25 проби от многогодишни клони, 6 проби от 1-годишни клони, 6 проби от листа, 2 проби от жълъди, 18 проби за листна повърхност и 30 стъблени шайби от цер, благун и горун. Пълното описание на пробите е дадено в Табл. 6.

Табл. 6. Видове взети проби от церово-благуновите гори за функционални изследвания

Модел	Вид проба за анализ
Модел 1 - <i>Q. frainetto</i> Ten., ДВН - 31,1 cm	11 шайби + 1 връшка
	клони <1 cm
	клони от 1-2 cm
	клони от 2-5 cm

	клони от 5-10 cm
	1год. клони
	листа
Модел 2 - <i>Q. cerris</i> L., DBH - 32,75 cm	10 шайби + 1 връшка
	клони <1 cm
	клони от 1-2 cm
	клони от 2-5 cm
	клони от 5-10 cm
	клони от 10-20 cm
	1год. клони
	листа
	жълъди
Модел 3 - <i>Q. cerris</i> L., DBH – 27 cm	11 шайби + 1 връшка
	клони <1 cm
	клони от 1-2 cm
	клони от 2-5 cm
	клони от 5-10 cm
	клони от 10-20 cm
	1год. клони
	листа
	жълъди
Модел 4 - <i>Q. cerris</i> L., DBH - 20,02 cm	11 шайби + 1 връшка
	клони <1 cm
	клони от 1-2 cm
	клони от 2-5 cm
	клони от 5-10 cm
	1год. клони
	листа
Модел 5 - <i>Q. frainetto</i> Ten., DBH 16,04 cm	8 шайби + 1 връшка
	клони <1 cm
	клони от 1-2 cm
	клони от 2-5 cm
	1год. клони
	листа
Модел 6 - <i>Q. frainetto</i> Ten., DBH 23,8 cm	10 шайби + 1 връшка
	клони <1 cm
	клони от 1-2 cm
	клони от 2-5 cm
	клони от 5-10 cm
	1год. клони

	листа
--	-------

Взетите проби са фракционирани, изсушени и претеглени. Изчислената биомаса на моделните дървета е представена в таблиците 7 и 8. Подготвени са проби за провеждане на заплануваните химически анализи. Предстои обработването, аназа и публикуване на резултатите от анализите.

Табл. 7. Фитомаса на моделните дървета от *Quercus cerris* L. (kg, абс.с.т.; %)

N на модела /Фракция	Стъбло	Клони					Листа	Плодове	Всичко
		< 1 cm	2-5 cm	5-10 cm	>10 cm	1 - годишни			
		1	2	3	4	5			
1	552.69	9.294	28.305	30.615	29.271	1.056	10.836	0.780	668.698
%	82.65	1.39	4.23	4.58	4.38	0.16	1.62	0.12	100.00
2	285.273	4.719	17.964	15.195	13.938	0.552	4.845	0.765	345.822
%	82.49	1.36	5.19	4.39	4.03	0.16	1.40	0.22	100.00
3	169.688	2.892	11.340	7.977	0.000	0.273	3.108	0.000	197.844
%	85.77	1.46	5.73	4.03	0.00	0.14	1.57	0.00	100.00

Таблица 8. Фитомаса на моделните дървета от *Quercus frainetto* Ten. (kg, абс.с.т.; %)

N на модела / Фракция	Стъбло	Клони					Листа	Плодове	Всичко
		> 1 cm	2-5 cm	5-10 cm	<10 cm	1- годишни			
		1	2	3	4	5			
1	546.930	8.943	28.383	29.775	0.000	0.789	8.157	0.000	627.577
%	87.15	1.43	4.52	4.74	0.00	0.13	1.30	0.00	100.00
2	252.807	2.718	33.885	10.116	0.000	0.522	4.908	0.000	308.578
%	81.93	0.88	10.98	3.28	0.00	0.17	1.59	0.00	100.00
3	79.124	2.526	6.066	0.000	0.000	0.282	2.964	0.000	91.792
%	86.20	2.75	6.61	0.00	0.00	0.31	3.23	0.00	100.00

Изпратени са 2 абстракта на разработки, включващи част от получените резултати за биомасата за презентирането им в международна конференция в Полша и в Юбилейната научна сесия на БФ-СУ „Климентови дни“ (Приложение 4.3).

2.2. Обновяване на сайта на проекта

Резултатите от приложения анализ върху избрани видове може да бъде видян на разработения за целта уеб сайт www.e-ecology.org. Имплементирано е търсене по видове, след като се избере вид се специфицира държава и определена локация. За всяка избрана локация се показват редици от данни - номер на редицата, уравнение на полинома и R^2 . При избиране на

номера на редицата се изчертават 2 графики - една, показваща изменението на измерените стойности за ширините на годишните пръстени по години; и втора графика, показваща изменението на индекса на растежа за същата поредица от години. Функционалността на приложението в момента позволява да се разглеждат само текущо обработените резултати, като в момента се разработва възможност за качване на данни за анализ от потребители, както и допълнителна функционалност за отделните потребители.

2.3. Развитие на SOM– моделите за дъбови екосистеми

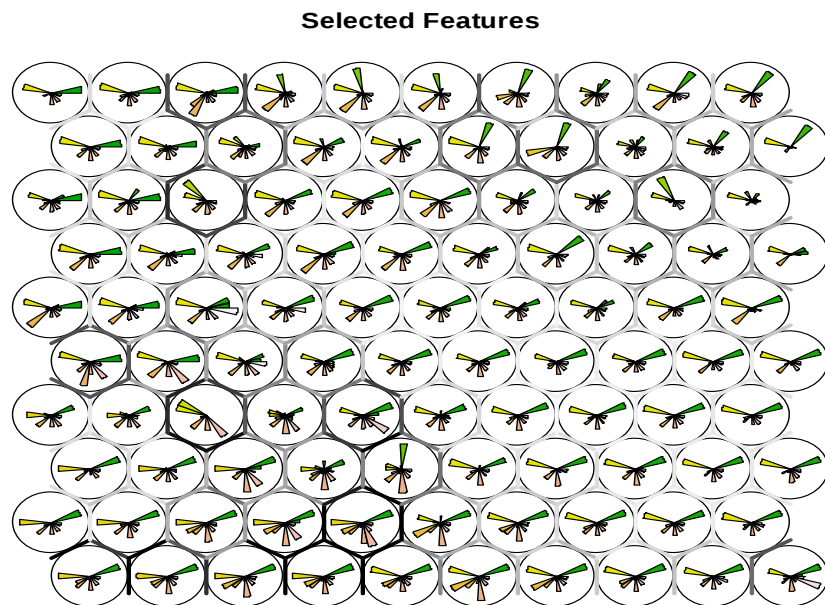
През отчетния период бе извършено следното:

I. Генериране на неврони чрез самообучение на невронната мрежа (получена от самообучение с характеристики само на релефа и почвите) със структурни характеристики за изследваните церово-благунови съобщества като: видов състав, брой етажи, сходни групи и др.;

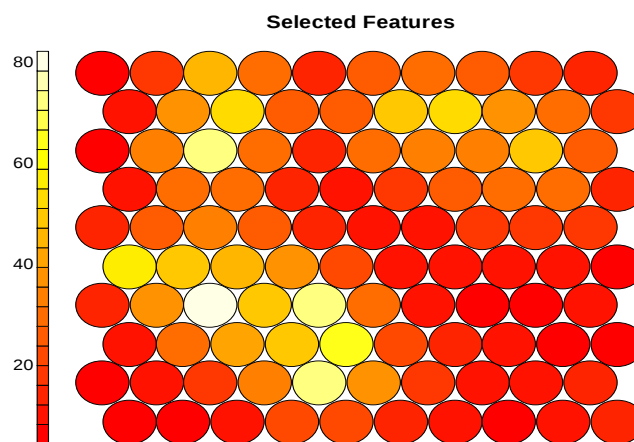
II. Генериране на неврони чрез самообучение на невронната мрежа от т. I с функционални характеристики, като КПД, биомаса, продукция, интензивност на кръговрата и др.

III. Използване на генетични алгоритми (Goldberg 1989) за установяване на основните характеристики, определящи групирането.

IV. Верифициране на резултатите със събрани структурни и функционални данни за церово-благуновите гори в 33 „Западна Стара планина и Предбалкан“. Използваните 122 характеристики (f) са представени под форма на вектори за всяка екосистема (с) - 93 на брой. Генерираната двумерна правоъгълна невронна мрежа SOM е с размери 10x10, т.е. изградена е от 100 неврона. Всеки неврон е инициализиран с вектор от 122 сравнително малки (в интервала от 0 до 0,1) случайни числа.



A.



Б.

Фиг. 1. Визуализиране на подобията на получените неврони:

А. Чрез оцветяване на границите между невроните; Б. Чрез оцветяване на самите неврони.

Получените карти на 180 казуса, всеки с 23 features (са представени на фиг. 1. По-тъмно сивите граници показват по-голямо различие между съседни неврони (фиг.1 А). Скалата отляво

дава оцветяването според разликата на неврона и неговите съседи, т.е. червените неврони са много подобни на съседите си. Вероятно в долната дясна четвъртина на картата имаме скупчване на много сходни казуси (фиг.1 Б). По-долу е показано кои казуси (полигони) влизат във всеки неврон, като накрая са невроните, в които попадат най-голям брой казуси (Фиг. 2, Табл. 9).

Неврон 4 : c145
Неврон 5 : c120
Неврон 6 : c118
Неврон 14 : c8
Неврон 15 : c153
Неврон 16 : c48
Неврон 23 : c24
Неврон 29 : c35
Неврон 33 : c27
Неврон 35 : c33
Неврон 46 : c41
Неврон 41 : c1
Неврон 42 : c6
Неврон 54 : c13
Неврон 55 : c176
Неврон 60 : c107
Неврон 72 : c110
Неврон 73 : c15
Неврон 76 : c25
Неврон 86 : c162
Неврон 93 : c26
Неврон 1 : c133 c142
Неврон 8 : c122 c125
Неврон 10 : c39 c40
Неврон 21 : c139 c147
Неврон 25 : c28 c32
Неврон 27 : c5 c100
Неврон 28 : c18 c22
Неврон 40 : c2 c3 c20
Неврон 49 : c114 c164
Неврон 53 : c4 c109
Неврон 64 : c7 c49
Неврон 65 : c43 c47
Неврон 70 : c55 c56
Неврон 79 : c178 c179
Неврон 87 : c111 c112
Неврон 90 : c57 c108
Неврон 99 : c19 c106
Неврон 100 : c165 c168>
Неврон 3 : c34 c149 c156
Неврон 7 : c90 c123 c129
Неврон 17 : c117 c128 c130
Неврон 18 : c64 c115 c124
Неврон 50 : c116 c119 c127

Неврон 91 : c65 c69 c169
 Неврон 39 : c113 c126 c131
 Неврон 30 : c63 c78 c83 c99
 Неврон 48 : c46 c50 c175 c180
 Неврон 95 : c29 c30 c31 c42
 Неврон 2 : c143 c144 c151 c159 c160
 Неврон 11 : c134 c135 c138 c141 c152
 Неврон 13 : c132 c137 c146 c150 c158
 Неврон 47 : c10 c11 c12 c174 c177
 Неврон 51 : c21 c45 c104 c105 c170
 Неврон 56 : c14 c23 c37 c38 c51 c54
 Неврон 71 : c9 c44 c171 c172 c173
 Неврон 61 : c66 c68 c84 c86 c88 c94 c95
 Неврон 67 : c16 c52 c96 c97 c98 c166
 Неврон 12 : c136 c140 c148 c154 c155 c157 c161
 Неврон 19 : c17 c61 c62 c71 c73 c74 c75 c76 c121
 Неврон 75 : c36 c59 c60 c77 c79 c81 c82 c85 c87 c89
 Неврон 81 : c53 c58 c67 c70 c72 c80 c91 c92 c93 c101 c102 c103 c163 c167

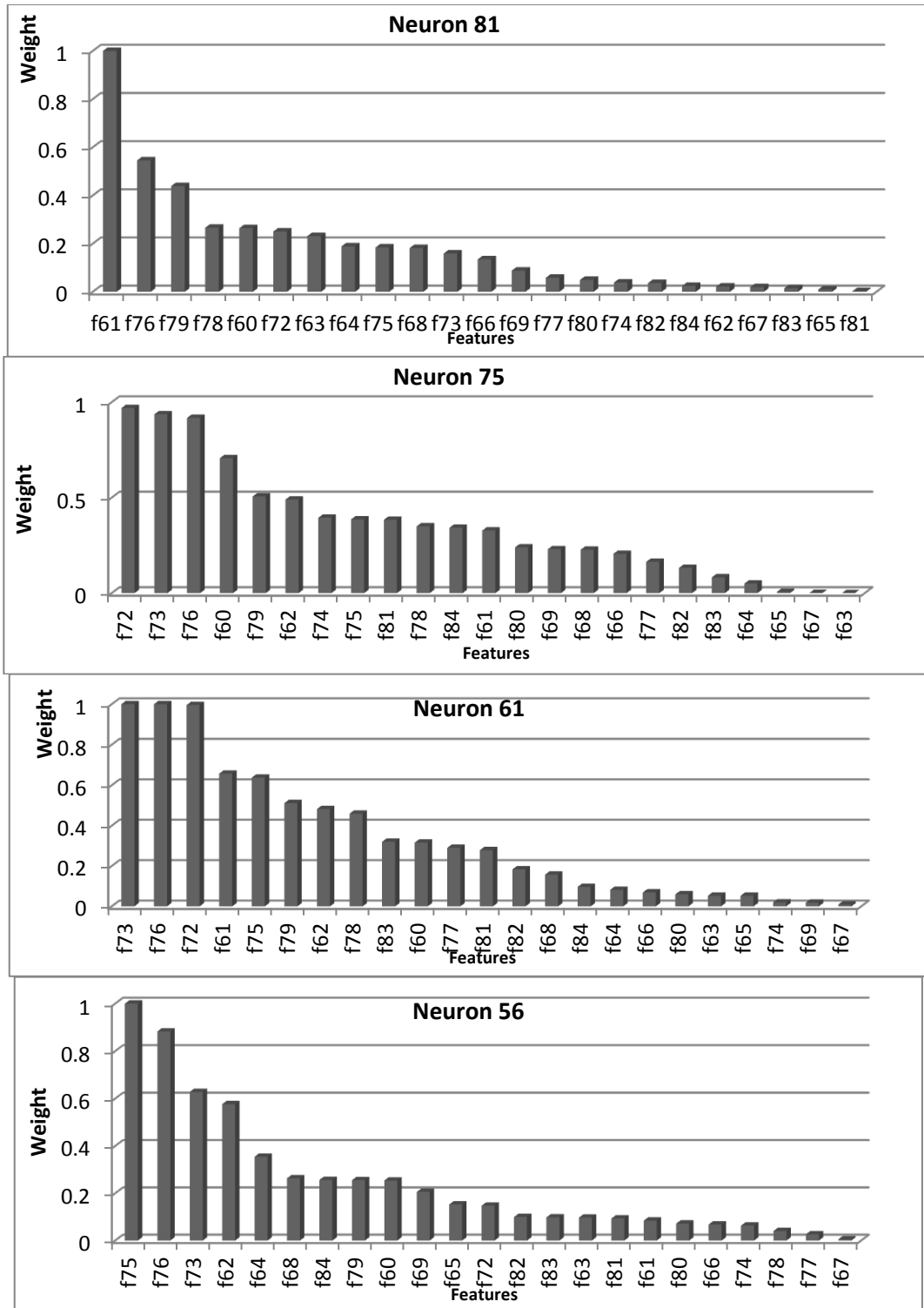
Фиг. 2. Пирамида на разпределението на казусите по неврони

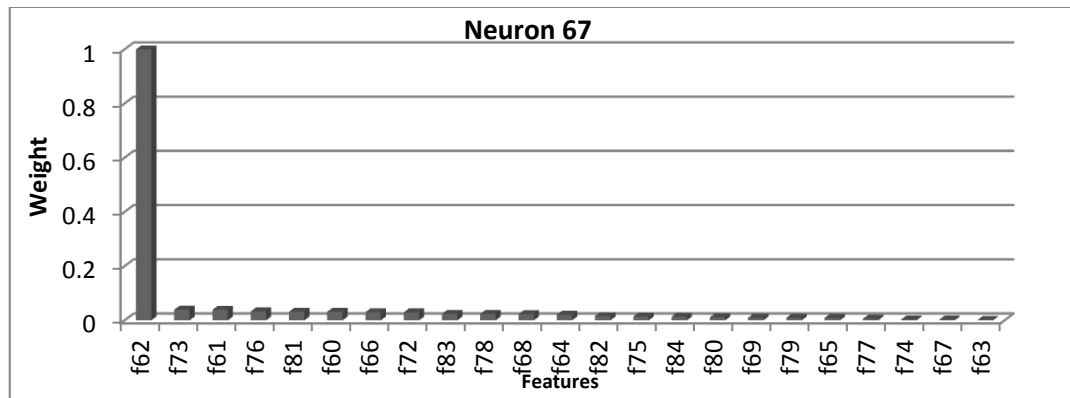
Табл. 9. Разпределение на невроните по групи в зависимост от броя на казусите

Група/Бр. казуси			
1	2	3 (3,4,5)	4 (6,7,10,14)
Неврон 4 : c145	Неврон 25 : c28 c32	Неврон 39 : c113 c126 c131	Неврон 56 : c14 c23 c37 c38 c51 c54
Неврон 5 : c120	Неврон 27 : c5 c100	Неврон 50 : c116 c119 c127	Неврон 67 : c16 c52 c96 c97 c98 c166
Неврон 6 : c118	Неврон 28 : c18 c22	Неврон 91 : c65 c69 c169	Неврон 61 : c66 c68 c84 c86 c88 c94 c95
Неврон 14 : c8	Неврон 40 : c2 c3 c20	Неврон 30 : c63 c78 c83 c99	Неврон 75 : c36 c59 c60 c77 c79 c81 c82 c85 c87 c89
Неврон 15 : c153	Неврон 49 : c114 c164	Неврон 48 : c46 c50 c175 c180	Неврон 81 : c53 c58 c67 c70 c72 c80 c91 c92 c93 c101 c102 c103 c163 c167
Неврон 16 : c48	Неврон 53 : c4 c109	Неврон 95 : c29 c30 c31 c42	

Неврон 23 : c24	Неврон 64 : c7 c49	Неврон 47 : c10 c11 c12 c174 c177	
Неврон 29 : c35	Неврон 65 : c43 c47	Неврон 51 : c21 c45 c104 c105 c170	
Неврон 33 : c27	Неврон 70 : c55 c56	Неврон 71 : c9 c44 c171 c172 c173	
Неврон 35 : c33	Неврон 79 : c178 c179		
Неврон 41 : c1	Неврон 87 : c111 c112		
Неврон 42 : c6	Неврон 90 : c57 c108		
Неврон 46 : c41	Неврон 99 : c19 c106		
Неврон 54 : c13	Неврон 100 : c165 c168		
Неврон 55 : c176			
Неврон 60 : c107			
Неврон 72 : c110			
Неврон 73 : c15			
Неврон 76 : c25			
Неврон 86 : c162			
Неврон 93 : c26			

Казусите, които попадат в един неврон са много подобни помежду си. Неврон 81 включва най-голямата група от подобни казуси – 14 бр., следват неврон 75 – 10 бр., неврон 61 – 7 бр., неврони 56 и 67 – по 6 бр. С 5 казуса са невроните – 71, 51 и 47; с 4 казуса – 30, 48 и 95 (Фиг. 2 и Табл. 9). Претегленият среден брой казуси, влизащи в един неврон е 2.5, на базата на което в по-нататъчния анализ ще бъдат включени и невроните с по 3 казуса – 39, 50 и 91.



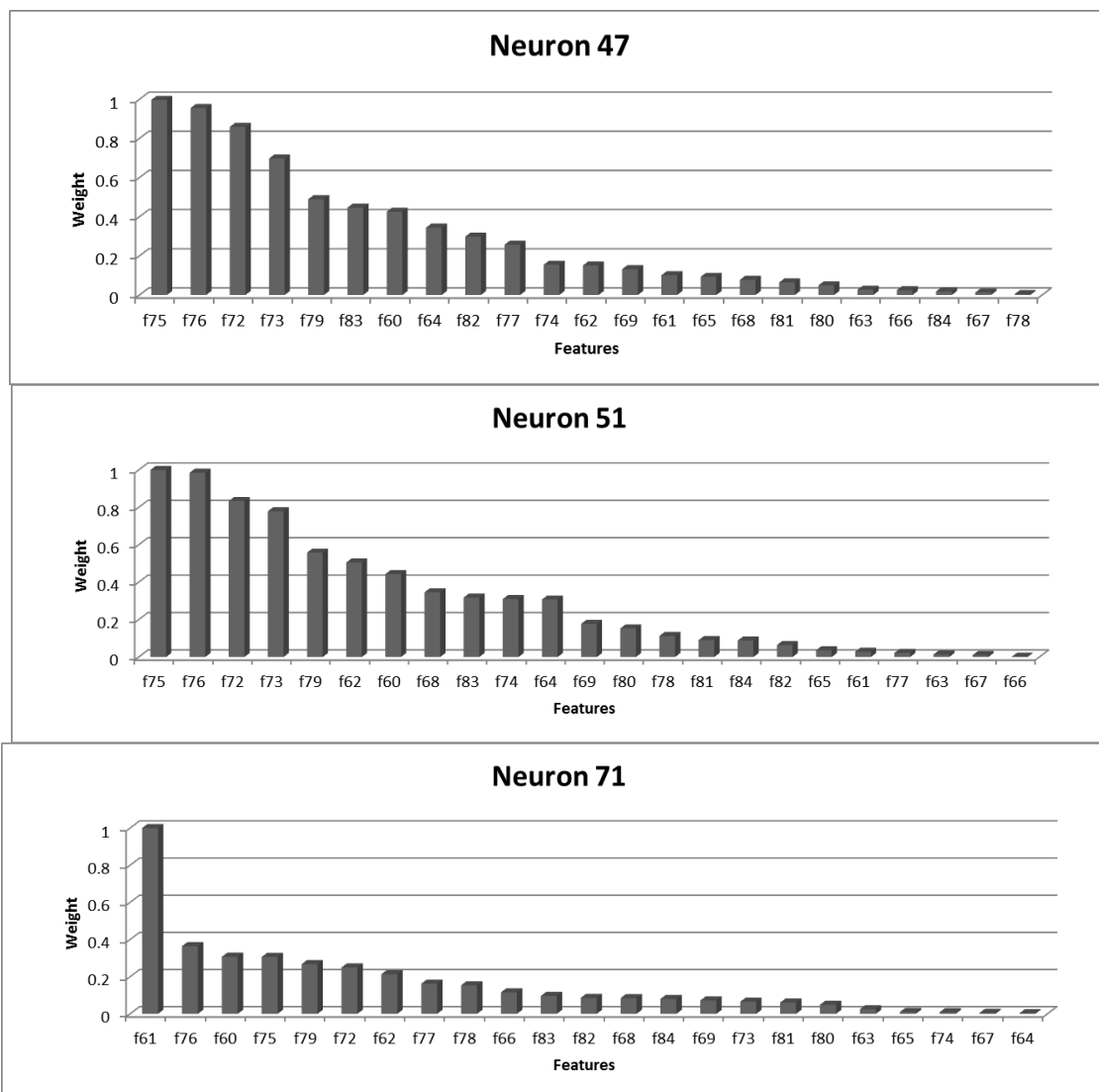


Фиг. 3. Средно тегло на характеристиките за групирането на казусите в невроните от 4 –та група – с 14, 10, 7 и 6 казуса

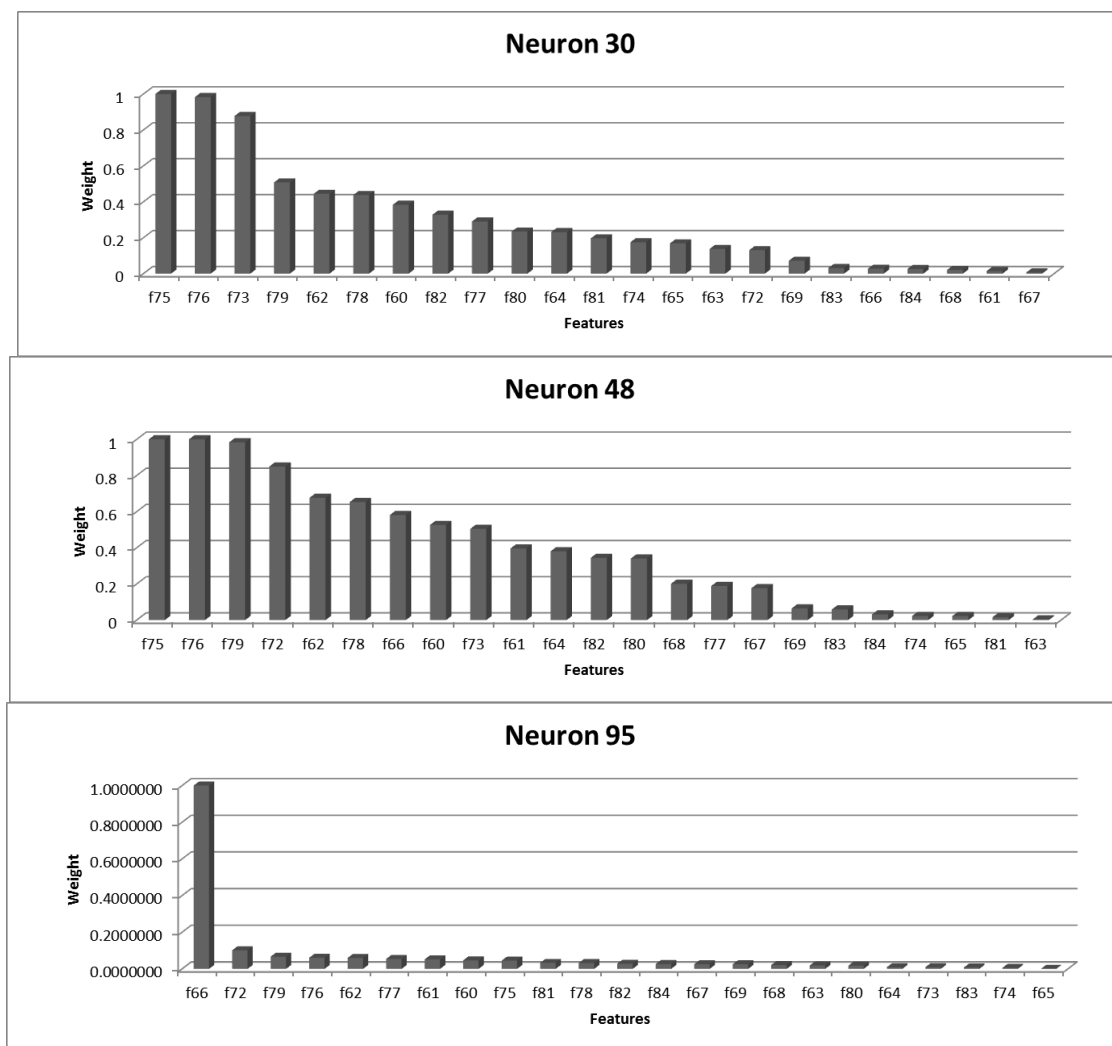
При 4-та група неврони (Табл. 9, Фиг. 3) основно влияние при групирането има едификаторът и доминиращите видове в дървесния етаж, произхода на гората, склопа, ср. височина, ср. диаметър (имащи различна тежест при отделните неврони), също броя на етажите, доминиращите видове и надземната биомаса на храстовия етаж имат значение за формирането на 75, 61 и 56 неврон. За 67 неврон основен фактор на групиране е доминирането на *Quercus dalechampii*. В Приложение 5.1. са дадени характеристиките на отделните казуси, влизащи в невроните, както и означението на features за група 4.

При трета група – за невроните с 4 и 5 казуса (Фиг. 4 и Фиг. 5) диференциращи фактори са: видът на едификатора, видът на доминантите в тревния и храстов етаж, броя на етажите, биомасата на дървесния етаж и др.

В Приложение 5.2 са дадени характеристиките на отделните казуси, влизащи в невроните, както и означението на features за група 3.



Фиг. 4. Средно тегло на характеристиките за групирането на казусите в невроните от 3 –та група – с 5 казуса



Фиг. 5. Средно тегло на характеристиките за групирането на казусите в невроните от 3 –та група – с 4 казуса

Предстои дообработка и публикуване на получените резултати, които са получени при оригинално приложена за моделиране на дъбови екосистеми информационна технология.

3.1. Пространствено моделиране на дъбови екосистеми

През отчетния период е направена обработка на сателитни изображения, изготвени са ГИС пространствените модели на ксеротермните дъбови гори, изчислени са векторите на състоянието на дъбовите екосистеми за отделните години, подготвени са таблиците с данни за провеждане на PCA biplot анализа. Резултатите са обобщени в статията – „Space Models of Xerothermic Oak Vegetation Distribution Dynamics (SCI “Zapadna Stara planina i Predbalkan”, Bulgaria)“, която е предложена на журнала „Advances in Space Research”, Elsevier - Приложение 6. За първи път е използван комбиниран подход на изследване – аерокосмически технологии, наземни данни, GPS

координати, моделиране в среда на GIS, вектор на състоянието, статистически анализи за изследване на динамиката в пространственото разпределение и екологичното състояние на горските съобщества за периода 1977 – 2007 г., за който разполагаме със сателитни изображения.

Установено бе, че състоянието на ксеротермните дъбови екосистеми се изменя през годините, като това изменение се проявява най-силно в периода между 1977 г. и 2007 г., а 1992 г. заема междинно положение. През 1977 г. векторът на състоянието има най-висока стойност, която намалява през 1992 и проявява тенденция към подобряване през 2007 г. Измененията във вектора на състоянието през годините се дължи основно на екологичното състояние на дъбовите гори (оценено чрез стойностите на NDVI индекса), климатичната обстановка (оценена с индекса на засушаване на де Мартон) и на заеманата от съобществата площ. Установена е тенденция на увеличаване на NDVI индекса от 1977 към 2007 г., която е статистически доказана. Изследването на климатичните фактори показва постепенното увеличаване на температурите за периода и увеличаване на валежите през 2007 спрямо 1992 г., както и увеличаване на засушаването през 1992 г., които изменения са следвани от тенденцията на изменение на вектора на състоянието. Според направените оценки, заеманата площ от изследваните дъбови гори намалява за периода, като разликите в площите през трите години не са статистически доказани. За изследвания период са наблюдавани изменения в пространственото разпространение на горските съобщества спрямо орографските фактори, почвата и скалната основа, които обаче не са статистически доказани с изключение на разпространението спрямо наклона на терена. Може би това е причината при оценка на тежестта на факторите за стойностите на вектора на състоянието да се заключи, че те практически не влияят на състоянието на дъбовите екосистеми в изследваната територия.

Установените изменения в заеманите площи от дъбовите екосистеми и пространственото им разпределение вероятно се дължат на по-сухия климат през 1992 г., но паралелните антропогенни въздействия модифицират естествените влияния и занижават статистическата им достоверност.

Установените спектрални особености на изследваната растителност, демонстрацията на приложния комплексен подход за изследване на измененията в структурата и качеството на горските масиви, както и получените резултати могат да се използват при следващи изследвания и мониторинг на дъбови екосистеми и на горската растителност със сходни екологични особености.

4.1. Публикуване на данните и разпространение на резултатите от проекта – Приложение 7.

Подготвени публикации, свързани с проекта

1. Georgieva, N., M. Lyubenova. 2013. Characteristics and distribution of xerothermic oak ecosystems in SCI "Zapadna Stara planina i Predbalkan" as subject of functional research.- В: Сборник „Семинар по екология 2013”, ИБЕИ БАН (in press).
2. Lyubenova, M., R. Nedkov, N. Georgieva, R. Kalchev, S. Dineva. 2013. Space Models of Xerothermic Oak Vegetation Distribution Dynamics (SCI "Zapadna Stara planina i Predbalkan", Bulgaria). Advances in Space Research, Elsevier (in deposit).
3. Lyubenova, M., A. Chikalanov, V. Lyubenova. Stem growths, forest community state and modeling. Dendrochronologia, Elsevier (in deposit).
4. Lyubenova, M., A. Chikalanov, V. Lyubenova . Holistic ecological approach for *Fagus sylvatica* L. dendrochronological series assessment as a source of information for tree eustress. Forest ecology and management, Elsevier (in deposit).

Участие на български и международни конференции и симпозиуми

1. Georgieva, N., M. Lyubenova. 2013. Characteristics and distribution of xerothermic oak ecosystems in SCI "Zapadna Stara planina i Predbalkan" as subject of functional research. Seminar "Ecology – 2013", 25-26 April, 2013, IBDER (poster).
2. Георгиева, Н., М. Любенова. 2013. Хабитатно разнообразие на 33 „Западна Стара планина и Предбалкан“ и оценка на хабитат 91M0 като природен капитал. Летен докторантски и асистентски семинар "Изследване, планиране и управление на планинските региони – добри практики, проблеми и перспективи", 17 май 2013 г., СУ - Университетски комплекс по хуманитаристика "Алма Матер"(доклад).
3. Lyubenova, M., V. Dimitrova, N. Georgieva. 2013. Biomass of Tree Layer and Regeneration in Xerothermic Oak Ecosystem (SCI"ZapadnaStara Planina i Predbalkan", Bulgaria). Forest Biomass Conference, August 2nd, 2013, Poznan, Poland.
4. Lyubenova, M., A. Chikalanov, V. Lyubenova. Holistic ecological approach to detect Scotch pine eustress. International Symposium on Wood Structure in Plant Biology and Ecology, 17-20 April 2013, Napoli, Italy (poster).

Цитираните разработки са дадени в Приложение 2, 3, 4 и 6.

5.1. Работа с дипломанти и докторанти.

По задачите на проекта работи магистър - дипломант от магистратура „Екология“ към специалност „Екология и опазване на околната среда“ - Илиана Живкова Тодорова, Фак.№ 38728. Темата на дипломната работа е: „Оценка на състоянието на ксеротермни дъбови екосистеми при използване на еколого-функционални показатели и моделиране в ГИС”. Проведена е теренна практика на дипломанта, обучен е да работи с програмата TSAP-Win™ на фирмата RINNTECH, направени са пробовземания, обработка на пробите и изчисления. Дипломната работа е изготвена и ще бъде защитена през м. феврури, 2014 г.

В практическите занятия с магистри и бакалаври от сп. Екология и опазване на природната среда и сп. Биомениджмънт и устойчиво развитие по курсовете: „Хроноекология с дендрохронологичен анализ“, Екологичен мониторинг“ и „Екотоксикология“ се демонстрира работата с прирастомер Lintab 5, с програмата за измерване, обработване на резултатите и провеждане на анализи - TSAP-Win™.

През отчетния период бяха изготвени Учебни планове за предложената като дейност по проекта магистратура в Природо-научния факултет на Югозападния университет „Неофит Рилски“, Благоевград - "Информационни технологии в екологията". Разработени бяха учебни планове за двусеместриално – редовно и задочно обучение и 4 – семестриално редовно и задочно обучение към катедра Информатика и компютърни науки и двусеместриално обучение към катедра География, екология и опазване на околната среда - Приложение 8.

По проекта работи докторант – Надежда Георгиева Георгиева, която изпълнява задачите си от индивидуалния план, поставени във връзка и с изпълнението на проекта. В Приложение 8 са представени отчета и регулярната атестация на докторанта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Въпреки появилите се трудности, довели до забавянето на изпълнението на някои от задачите и изготвянето на финансовия отчет по проекта, колективът се справи с набелязаните основни дейности през отчетния период.

1. Обобщени бяха иновативните изследвания, свързани с периодите на понижен стъблен растеж – еустресовите периоди. На основата на тях са предложени функционални групи дървета, определени са показателите на еустресовите периоди и е демонстрирано използването им за мониторинг на състоянието на горските екосистеми. Обобщението се базира на обработка на 1323 дендрохронологични редици от 74 локалитета на 4 иглолистни вида и 351 редици от 28 локалитета на широколистни видове в Европа. В анализа са включени 171 български хронологии. Тези обобщения и анализи са вложени в разработката „Tree rings as source of information for tree eustress and PFT classifications“, която е преведена на английски и предстои нейното рецензиране и публикуване.

2. Разработена е нова функционалност на оригиналното SPPAM приложение - SPPAM 2.5 за анализ на еустресовите периоди. Набелязани са някои допълнителни необходими функции, които ще бъдат добавени през заключителния период.

3. Доразвити бяха и иновативните идеи за използването на комбинативен подход (аерокосмическа и наземна информация, моделиране в среда на ГИС) при разработването на пространствени модели за следене на динамиката на разпространение на горската растителност спрямо факторите на релефа и почвите, както и изясняване на естествените фактори, свързани с тази динамика – климатични (индекс на де Мартон) и екологично състояние (изчисляване на вектора на състоянието за всяка година) на горските екосистеми. Информацията от тези проучвания е обобщена и предложена за публикуване.

4. Развити бяха изследванията за определяне на групи от горски съобщества на базата на структурни и функционални показатели, които групи могат да са в основата на разработването на екосистемни модели. Верифицирани бяха получените групи чрез самообучаването на невронната мрежа с теренните данни на докторанта. Чрез генетични алгоритми бяха изследвани характеристиките, имащи най-голяма тежест при формирането на групите. През заключителния период ще бъдат обобщени получените резултати и предложени за публикуване.

5. Събрани са необходимите теренни структурни и функционални данни от докторанта и през заключителния етап те ще бъдат дообработени и обобщени, което е необходимо за формализиране на моделите и за оформяне на дисертационната разработка на докторантката.

6. Обновен е сайта на проекта като е предоставен достъп до разработената през миналия етап класификационно ориентирана база данни и до SPPAM 2.5 приложението.

За финализиране на изследванията по проекта е необходимо да бъде получено навреме последната сума от 9 000 лв. за четвъртия етап, съгласно договора, което е важно и за поддържане на страницата на проекта, сървъра и приключване на изследванията на докторанта по проекта.

15. 10. 2013 г.

Ръководител на проекта:

(доц. д-р М. Любенова)