

Програма за съфинансиране на научни изследвания

по COST Action ES0805: 06/2009-12/2013

„The Terrestrial Biosphere in the Earth System (TERRABITES)”

"The main objective of the Action is a cross-disciplinary assessment of our current understanding of the terrestrial biosphere from an Earth system perspective to improve the reliability of future Earth system projections in coupled climate-biosphere simulations."

"Главната цел на Акцията е интер-дисциплинарна оценка на нашето текущо разбиране за наземната биосфера от гледна точка на Земята, за подобряване на надеждността бъдещите свързани с бъдещите проекти за Земята свързани с климатологично-биосферни симулации”.

Във връзка с участието в МС и работата на Working Group 3: Modeling Plant Ecology бе изготвена настоящата **Научна програма на тема „Приложение на информационните технологии за моделиране на горски екосистеми като подход за развитие на динамични глобални модели на растителността”**

Срок: 3 години - 2011 – 2013

Основни цели на предлаганите изследвания

I. Развитие на подходи за определяне на нови растителни функционални типове (PFTs) подходящи за разработването на глобалните модели

Въведение:

„One of possible approaches for improving the representation of biosphere complexity in DGVMs has been advocated S. Lavorel et al. (2007). It is to increase the number of existing PFTs by incorporating new functional types. They have to be identified as:

- Important for specific ecological function.
- Are responsive to specific aspects to climate. „

В нашите изследванията напоследък илюстрираме нов подход за диференциране на растителни функционални типове дървета на базата на изследване на периодите с понижен растеж или стресови периоди (растежен индекс под 1-ца) за десетки и стотици години от съществуването на изследваните моделни дървета, които са представители на доминиращите в горските съобщества видове. Създадена е програма – SP PAM за откриване, анализ на честотата, продължителността, амплитудата и статистическите характеристики на стресовите периоди (Lyubanova&Chikalanov 2010). Оказва се, че над 50% от стресовите периоди при изследваните дървета в България са свързани с неблагоприятни климатични години – топли и сухи (AWD, в които температурния индекс - $I_t > 1$ и валежния индекс - $I_p < 1$) или студени и влажни (ACD, в които $I_t > 1$ и $I_p < 1$). На базата на изследване на три вида дъб – *Quercus frainetto* Ten., *Q. cerris* L. и *Q. dalechampii* Ten., главно от горски съобщества в Софийския регион бяха получени 3 функционални групи в зависимост от „поведението” на изследваните моделни дървета:

1. Дървета и гори с лимитиращи растежа AWD години - *Q. frainetto* Ten.;

2. Дървета и гори с лимитиращи растежа AWD години и значително влияние на ACD години - *Q. cerris* L.
3. Дървета и гори с лимитиращи растежа ACD години значително влияние на AWD години – *Q. dalechampii* Ten.

Предварителните изследвания баха разширени при използването на дендрохронологични редици от други лесообразователни видове, доминиращи в горски съобщества главно в Западна България - *Picea excelsa* (L.) Karst., *Pinus heldreichii* D. H. Christ., *P. peuce* Griseb., *Taxus baccata* L., *Pinus nigra* Arn., *Juniperus excelsa* L., *Fagus sylvatica* L., *Quercus rubra* L., *Q. frainetto* Ten., *Castanea sativa* Mill. and *Populus nigra* L. За някои видове – *Fagus sylvatica* L. бе използвана информация от Италия. Въвлечен бе италиански дендрохронолог – Rosanna Fantucci в нашите изследвания.

Създадени бяха три примерни класификации на функционалните типове дървета според характеристиките на стресовите периоди:

- Групи с различна честота на стресовите периоди – съответно с много голяма честота, голяма честота и не толкова голяма честота. Като цяло повечето от изследваните дървета се отнасят към първата група.
- Групи с различна продължителност на стресовите периоди – съответно с къси, не много къси и дълги стресови периоди. Повечето от изследваните дървета се отнасят към първата група.
- Групи с различна амплитуда на стресовите периоди – съответно с много слаби, слаби и не много слаби стресови периоди.

Интересна класификация от 9 групи се получи при обединяването на тези класификации (табл. 1):

Табл. 1. Примерни класификации на функционални типове дървета според получените характеристики на стресовите периоди

Ср. честота, год.	№	Стойност	Наименование на групите	Видове			
	1	2 (1.76-2.44)	Много голяма честота	<i>F. sylvatica</i> , <i>C. sativa</i> , <i>Q. frainetto</i> , <i>P. excelsa</i> , <i>Populus nigra</i> , <i>J. communis</i> , <i>T. baccata</i>	Смесени групи		
	2	3 (2.88-3.00)	Голяма честота	<i>Q. rubra</i> , <i>P. nigra</i> , <i>P. peuce</i>	№	Наименование на групите	Видове
	3	5 (4.73)	Не много голяма честота	<i>P. heldreichii</i>	1.1.1	Много голяма честота, къс, много слаб	<i>F. sylvatica</i> , <i>P. excelsa</i> , <i>T. baccata</i>
Ср. продължителност, год.	№	Стойност	Наименование на групите	Видове	1.1.2	Много голяма честота, къс, слаб	<i>Populus nigra</i>

	1	4 (3.49-4.22)	Къс	<i>F. sylvatica, Q. rubra, Pinus nigra, P. excelsa, Populus nigra, J. communis, T. baccata</i>	2.1.1	Голяма честота, къс, много слаб	<i>Q. rubra</i>
	2	5 (4.95-5.35)	Не много къс	<i>C. sativa, P. heldreichii, P. peuce</i>	2.1.2	Голяма честота, къс, слаб	<i>Pinus nigra</i>
	3	7 (6.54)	дълъг	<i>Q. frainetto</i>	2.2.2	Голяма честота, не много къс, слаб	<i>P. peuce</i>
Ср. амплиту да	№	Стойност	Наименован ие на групите	Видове	3.2.1	Не много голяма честота, не толкова дълъг, много слаб	<i>P. heldreichii</i>
	1	0.17-0.20	Много слаб	<i>Q. rubra, P. excelsa, P. heldreichii, T. baccata</i>	1.3.2	Мн.голяма честота, дълъг, слаб	<i>Q. frainetto</i>
	2	0.21-0.23	Слаб	<i>F. sylvatica, Q. frainetto, Populus nigra, P. peuce, P. nigra</i>	1.2.3	Мн.голяма честота, не много къс, не много слаб	<i>C. sativa</i>
	3	0.29	Не много слаб	<i>C. sativa, J. communis</i>	1.1.3	Много голяма честота, къс, не много слаб	<i>J. communis</i>

Получените класификации доказват приложимостта на използвания за първи път оригинален подход за изява на функционални типове дървета, свързани с климатичните промени и възможностите тези функционални типове да бъдат използвани при глобалното моделиране. Тези класификационни подходи бяха докладвани на работна среща на WG3 на акцията (Lyubenova et al. 2010).

Оригиналност на използвания подход

Тя се състои в следното:

1. Използване на данни за моделни дървета на доминиращи лесообразователни видове в горските съобщества, което дава възможност за:

- ✓ Получаване на информация за поведението на горското съобщество – състояние и функциониране;

- ✓ Прогноза на сукцесионните процеси – видов състав и обилие, структура на гората, заемана територия и др.;
- ✓ Прогнозиране на климатините промени.

2. Използване на особеностите на годишните кръгове, т.е. на годишния прираст на дървесина, който индикатор е достоверен отражател на комплексното въздействие на средата на даденото място и може да бъде използван за мониторинг на измененията на тази среда.

3. Използване на изменението в особеностите на годишните кръгове за описание на ”поведението” на изследваните доминиращи видове и техните съобщества;

4. Анализ на неблагоприятните периоди в растежа, стресовите периоди, за характеристика на устойчивото съществуване на горските съобщества в условията на климатичните промени и възможности за използване на обратните връзки за прогнозиране на климатичните промени.

5. Последователността от стресови периоди е свързана със следните биологични явления:

- ✓ Намаляване на растежа на стъблата;
- ✓ Намаляване на общата продукция на гората;
- ✓ Намаляване на количеството отделен кислород и абсорбиран CO₂
- ✓ Съответно влияние на тези процеси върху газовия баланс в атмосферата и
- ✓ Климата.

6. Избрания индикатор – стресов период директно и индиректно е свързан с:

- ✓ Отговора на дърветата на климатичните промени;
- ✓ Структурата и функционирането на горските съобщества;
- ✓ Климатични ефекти.

7. Избраните характеристики на стресовите периоди – честота, продължителност и амплитуда са свързани с:

- ✓ Изменение на средата;
- ✓ Екологични особености на дърветата и
- ✓ Дават възможност за търсенето на функционални групи дървета (response PFTs), свързани с климата.

8. Методични предимства:

- ✓ Разработена и унифицирана е методика за обработка на взетите проби за дендрохронологичен анализ;
- ✓ Избраният индикатор– ширина на годишните пръстени, лесно и точно може да бъде измерен с прирастомер и резултатите са възпроизводими;
- ✓ При измерването на една дендрохронологична проба се получава редица от десетки и стотици данни от ширини за десетки и стотици години в миналото – дендрохронологична серия, позволяваща реконструкция и прогноза на данни чрез регресионен анализ;
- ✓ Унифицирани са методи и подходи за математическа обработка на данните;

✓ Съществува огромна база от дендрохронологични данни в световен мащаб, позволяваща изграждането на класификации.

Необходимост от по-нататъчни изследвания

Изготвените предварителни класификации на функционални типове дървета се нуждаят от по-нататъчно развитие и верифициране чрез:

- Изследване на стресовите периоди при лесообразователните видове от всички региони на България;
- Изследване на стресовите периоди при лесобразователни видове от други страни и райони;
- Усъвършенстване и развитие на софтуерното приложение SP-PAM.

Необходими са също изследвания за намиране на количествените отношения между растежа на стъблото и продукцията на останалите фракции фитомаса и изчисляване на първичната продукция на гората. Тези отношения ще дадат възможност за определяне на връзката между функционирането на горските съобщества и глобалната динамика на CO₂, O₂ и климатичните промени.

Методи

Ще бъдат сондирани моделни дървета с Преслеров свредел на височина 1-1.5 m. Дендрохронологичните проби ще бъдат обработени и измерени съгласно методичните указания (Мирчев и др. 2000). Датирането ще се извърши с програмата COFESHA, а следващата обработка и анализ с програмата SP-PAM. Ще бъде използвана информация от съседни страни, както и on-line дендрохронологични редици. Ще бъдат използвани също климатични данни от ХМС – София.

Необходимо оборудване

За изпълнението на тази цел е необходимо закупуването на прирастомер LINTAB6™ и софтуер (BASIC PACKAGE) за измерване от немската фирма RINNTECH <http://www.rinntech.com/>

II. Пилотна разработка на класификационно ориентирана база данни и формално описание на научна информация.

Въведение

В последните десетилетия са разработени редица класификационни бази данн. Проучените класификационни бази данни са свързани с описание на растителността, растителна покривка протеин (РНК). Основният недостатък на известните ни класификационни бази данни е че те са тясно специализирани. За да се постигне „интер-дисциплинарна оценка на нашето текущо разбиране за наземната биосфера” е необходимо създаване на класификационни бази данни съдържащи информация за растителността, климата, геофизични данни, океаноложки данни и т. н.

Освен съхраняването на информацията в класифициран вид ние смятаме че е необходимо да се разработят методи за формалното и описание и електронна обмяна между експертите от пазлични общности по света.

Оригиналност на подхода

Оригиналността на подхода се състои в предложението на подход за цялостното изграждане на инфраструктура подпомагаща научните изследвания по следния начин:

1. Дефиниции на различни класификации по унифициран начин, тяхното съхраняване в базата данни както и рептирането им.
2. Възможност за ad hoc дефиниране на класификации с произволна дълбочина.
3. Многократно използване на едни и същи данни за различни класификации.
4. Възможност за установяване на взаимовръзки между създадени класификации.
5. Прилагане на онтологичната теория за формално описание на класификациите.
6. Използване на Семантичната мрежа (Semantic web) за представяне на класификациите във формат за електронния им обмен в експертни общности.

Необходимост от продължаване на изследванията

В настоящия момент екипът е разработил логическата структура на предлаганата класификационна база данни. Необходимо е да се направи следното

1. Разработка на графичния интерфейс на потребителите.
2. Предложение и примерно използване на онтология за описание на класификации.
3. Създаване на прототип на система за генериране на описание на класификации във формат за електронния им обмен в експертни общности.

Методи

Използваните методи ще са:

1. Създаване на даннов модел на класификационната база данни на основата на съществуващия логически модел.
2. Обектно-ориентирано проектиране и програмиране.

Необходимо оборудване

Компютър от сървърен клас.

III. Разработване на екосистемни модели чрез невронни мрежи и генетични алгоритми

Въведение

Оригиналност на подхода

Необходимост от продължаване на изследванията

Методи

Необходимо оборудване

IV. Training of young experts

Including the obtained results in education:

- Development of PhD research and thesis
- Development MSc thesis's.
- Updating of BSc training programs.

V. Results dissemination

- Dissemination of project results among the scientific community and planning of future research;
- Supporting the **COST Action ES0805**.

RESEARCH TASKS

1. Разработване на класификации на растителни функционални типове .

1.1. Пробовземане и обработка на дендрохронологичните радици от различни лесо-образователни дървесни видове в България.

1.2 Приложение SP-PAM за идентифициране и анализ на стесови периоди на базата на дендрохронологични данни.

1.3 Създаване на класификации на функционални типове дървета (response PFTs) на базата на характеристиките на стресовите периоди при дървета и за влиянието на неблагоприятните топли и сухи години (AWD) и неблагоприятните студени и влажни години (ACD).

2. Пилотна разработка на класификационно ориентирана база данни и формално описание на научна информация.

2.1 Пилотна разработка на класификационно ориентирана база данни.

2.2 Изследване на приложението на онтолозиите за описване и представяне на PFTs класификации.

2.3 Изследване на приложението на семантичните мрежи за описание и обмен на описания на на PFTs класификации.

3. Развитие на екосистемни модели

3.1. Събиране и обобщаване на данни за дъбовите и кестенови екосистеми в България.

3.2. Изследване и пилотна разработка на генетични алгоритми за моделиране на дъбови и кестенови екосистеми

3.3 Изследване и пилотна разработка на невронни мрежи и приложението им за моделиране на горски екосистеми.

3.4. Изследване и пилотно приложение на факторен анализ за откриване на лимитиращите функционирането на горските екосистеми фактори за оптимизиране на моделите.

4. Обучение на млади специалисти, бакалаври магистри и докторанти чрез непосредствено участие в изследванията и включване на резултатите в учебната работа.

5. Разпространение на резултатите от научното общество и планиране на бъдещите изследвания чрез участия в работни срещи, научни форуми и дискусии.

ОЧАКВАНИ РЕЗУЛТАТИ

1. Създадена PFT класификация на дървета съгласно реакцията им спрямо средовите периоди като отличителни белези, отразяващи комплексното влияние на околната среда. Този тип PFT класификация е приложим при глобалното и екосистемното моделиране.
2. Прототипна реализация на класификационна база данни за дървета, улесняваща описанието на произволни класификации с цел: за оценка на състоянието на горски екосистеми, прогностика и тяхното управление.
3. Експериментални описания на PFT и екосистеми базирани на онтологичната теория.
4. Модели базирани на генетични алгоритми и факторен анализ за отделяне на факторите имащи определящо влияние върху развитието на изследваните горски екосистеми.
5. Експериментални модели базирани невронни мрежи от тип Самоорганизиращи си карти за дефиниране на екосистемни класификации.
6. Обучение на един докторант .
7. Създадените класификации и модели ще бъдат представени на работните съвещания на **COST Action ES0805**.

Екип

1. Prof. Mariyana Ivanova Lyubenova, Sofia University, Faculty of Biology, Dept Ecology and EP, member of MC of **COST Action ES0805**;
2. Dr Alexandre Ivanov Shikalanov, NGO „EFEO”, member of MC of **COST Action ES0805**;
3. PhD student.
4. Студенти магистри и бакалаври.

Външни експерти

1. Prof. Dr Christian Reick – Max Planck Institute for Meteorology Bundesstr. 53 D-20146 Hamburg, Germany
2. Prof.Dr Victor Brovkin - Max Planck Institute for Meteorology Bundesstr. 53 D-20146 Hamburg, Germany
3. Prof.Dr Peter van Bodegon – Systems Ecology, Vrije Universiteit Amsterdam, Netherlands
4. Prof.Dr Miguel Zavala - Departamento de Ecologia Edificio de Ciencias. Universidad de Alcalá Ctra. Madrid-Barcelona Km 33.6, ES-28871 Alcal de Henares, Madrid, Spain
5. Prof. Dr. Rosanna Fantucci, Contract professor in the the Faculty of Environmental Sciences “ Università della Tuscia (VT)” of: *SOIL SCIENCE*, C.so Cavour n.73 01027 Montefiascone (VT),Italy.

Литература

- Chikalanov, A., S. Stoyanov .2006. Development of a Complex Application for Bulgarian Regional Statistics. - In: Proceedings “Informatics in the Scientific Knowledge”, International Scientific Conference, Varna, 28-30 June.
- Chikalanov, A., M. Lyubenova, S.Stoyanov. 2010. Classification oriented databases for facilitating plant and terrestrial modeling. 1-st TERRABITES Symposium, February 9-11, Hamburg, Germany, 39.
- Chikalanov, A., M. Lyubenova, S. Stoyanov. 2010. Classification oriented database and semantic web for plant and terrestrial modelling and information exchange. International workshop of WG3 of COST Action ES0805Terrabites “Going beyond Plant Functional Types: Next-Generation Concepts In Plant Ecological Modelling”, Bulgaria, Varna, 23-25, 06. 2010.

- Chipev, N., V. Dimitrova, S. Bratanova-Doncheva, M. Lyubenova. 2008. The ecosystem approach to ecosystem management with an example from sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) forests in Belasitza Mountain, Bulgaria.- In: Proceeding 3th Congress of Ecologists of the Republic of Macedonia with International Participation, October, 06 - 09. 2007, Struga, Macedonia, 69-74.
- Goldberg, D.E. 1989. Genetic algorithms in search, optimization and machine learning. Addison -Wesley Publishing Company Inc.
- Gomes-Perez, A., M. Fernandez-Lopez, O. Corcho. 2004. Ontological Engineering. Springer-Verlag, London Limited. 403.
- Dimitrov, E. 2001. Modeling of natural pine biomass. Monography. Pensoft Publ. House, Sofia – Moscow, 328.
- Freeman, J., D. Skapura. 1991. Neural Networks, Algorithms. Applications and Programming Techniques. Addison -Wesley Publishing Company Inc.
- Kohonen, T. 1995. Self-Organizing Map. Berlin: Springer-Verlag.
- Lyubenova, M. 1994. Dynamics of the herb species populations in the ass. *Quercus frainetto* + *Quercus cerris* - *Festuca heterophylla* + *Poa nemoralis* in the Vakarel mountain. Ann de L'Univ.de Sofia, t. 86, l. 2, 91-108.
- Lyubenova, M., E. Roumenina, V. Dimitrov, E. Ivanov. 2002. Investigation of ecosystems in "Chouprene" biosphere reserve with phytoecological and geo-information methods. –In" Proceedings of Jubilee Scientific Conference with international participation, "In memoriam of prof. dr Dimitar Jaranov", Varna, t. 3: 260-269.
- Lyubenova, M. 2004a. Phytoecology. M. Drinov Akad. Publishing House, Sofia, p.574. (in Bulgarian)
- Lyubenova, M., V. Dimitrova, V. Velev, Sv. Bratanova-Doncheva. 2004c. Phytocoenological investigation of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) communities in the Belasitza region. - In: Proceeding 2nd Congress of Ecologists of the Republic of Macedonia with International Participation, October, 25-29.2003, Ohrid, Macedonia, 29 – 42.
- Lyubenova, M., M. Sokolovska, Sv. Bratanova –Doncheva, M. Radonova. 2008. Content of macro- and micro elements in sweet chestnut phyto mass in Belasitza Mountains, Bulgaria. Silva Balkanica, b. 9, 41-58.
- Lyubenova, M. 2009. Functional Biocenology. An-Di, Sofia, p.368. (in Bulgarian)
- Lyubenova, M., A. Chikalanov. 2010. Software implementation for stress period studies applied to dendrocronological analyses of g. *Quercus* L. Comptes rendus de l'Academie bulgare des Sciences, t.63,3, 409-418.
- Lyubenova, M., A. Chikalanov. 2010. Application of ecosystem approach for modeling, functional diagnostics and prognostics of ecosystem behavior. 1-st TERRABITES Symposium, February 9-11, Hamburg, Germany, 40.
- Lyubenova, M., A. Chikalanov, R. Fantucci. 2010. Studies of trees stress periods as PFTs variables for assessment and prognostics. International workshop of WG3 of COST Action ES0805 Terrabites "Going beyond Plant Functional Types: Next-Generation Concepts In Plant Ecological Modelling", Bulgaria, Varna, 23-25, 06. 2010.
- Mirchev, S., Lyubenova, M., Chikalanov, A., Simeonova, N., 2000. Dendrochronology. Pensoft, Sofia - Moscow, p.198.
- Mirchev, S., Lyubenova, M., Chikalanov, A., 2008. Climate Reconstruction from Oak Tree Ring Records in Southwestern Bulgaria for the Last 200 Years. Journal of Balkan Ecology, 11(4).
- Pavlov, Y. 1996 Economical and ecological utility oriented utility analyses of the process of anaerobic digestion of waste waters. European Journal of Operational Research 88 (1996) 251 – 256.
- Pavlov, Y. D. Granchrov, 2008. Equivalent forms of Wang-Yerusalimsky kinetic model and optimal rowth rate control of fed-batch cultivation processes, Bioautomation, V.11, Sofia, l.1-l. 13.
- Smith, T.M., H.H. Shugart, F.I. Woodward (eds). 1997. Plant Functional Types. Cambridge University Press, 369.
- Varbanov S., N. Chipev, Sv. Bratanova – Doncheva. 2005. Neuron sets and genetic algorithms using for chestnut forests state assessment in Belasitza mountain.- In: Proceedings of the First National Scientific conference of Ecology, Biodiversity, Ecosystems, Global Changes. Petekston, Sofia, 131-139.