



Аграрен университет – Пловдив, Научни трудове, т. LIX, кн. 4, 2015 г.  
Юбилейна научна конференция с международно участие  
Традиции и предизвикателства пред аграрното образование, наука и бизнес  
Agricultural University – Plovdiv, Scientific Works, vol. LIX, book 4, 2015  
Jubilee Scientific Conference with International Participation  
Traditions and Challenges of Agricultural Education, Science and Business



**ПРИЛОЖЕНИЕ НА АНР АНАЛИЗ И ГИС ПРИ ОЦЕНКА НА ФАКТОРИТЕ  
ЗА ОТГЛЕЖДАНЕ НА ЗЕМЕДЕЛСКИ КУЛТУРИ  
USING THE AHP METHOD AND GIS FOR MULTI-CRITERIA ASSESSMENT  
OF PLAN DEVELOPMENT**

**Вера Стефанова\*, Жулиета Арnaudова  
Vera Stefanova\*, Zhulieta Arnaudova**

Аграрен университет – Пловдив  
Agricultural University – Plovdiv

\*E-mail: vera.v.stefanova@abv.bg

**Abstract**

Land suitability evaluation is a way of systematically collecting and analyzing different kind of information. It contains interdisciplinary information that involves integration of criteria from different branches of science. This is a report on a multi-criteria land suitability evaluation in which a variety of dimensions are incorporated into the GIS technical tool. The organization of the database is presented by means of the Analytic Hierarchy Process (AHP). By making pair-wise comparisons at each level of the hierarchy, characteristics can develop relative weights to differentiate the importance of the criteria. Final thematic maps of each of the studied parameters present the level of land suitability.

The core of the process is to create an assessment map by summing up the important indicators for sustainable cultivation plans. Land evaluation is the process of predicting the land potential use on the basis of its attributes. In the end the results with reports and maps have to be dynamic, considering the continuous refinement of the whole land evaluation process. All the information can be useful for predictions, planning and getting an increasingly profitable yield. The results are intended to be used for land resource-related decision making for strategic land use planning by the direct land users, that is, the farmers.

**Key words:** land suitability evolution, GIS, AHP method.

**ВЪВЕДЕНИЕ**

Природните условия в България благоприятстват отглеждането на различни видове земеделски култури чрез разнообразие от почвени и климатични условия. Редица автори посочват необходимостта от разработване на стратегии за производството и реализацията на земеделската продукция (Stoeva, 2013; Hristova & Ilieva, 2013; Toskov, 2014;

Nikolova, 2013). Според тях разработваните мерки следва да имат комплексен характер, обвързани в обща система за ефективно управление на земеделските стопанства. Един от аспектите на тези стратегии е подпомагане на земеделието чрез създаване на база данни, позволяваща бърз достъп до практически приложима информация. Това може да се постигне чрез използването на Географски информационни системи (ГИС). Чрез използване на многофакторен анализ в България е създадена ГИС база данни за лозарството, която се използва при създаването на нови лозови масиви и при поддържането на съществуващи лозя (Arnaudova, 2011).

Съвременното земеделие налага използването на нови информационни технологии. Съчетанието на базата данни за обекта и географското му разположение позволяват въвеждането на голям обем информация, централизация на данните като средство за управлението им, автоматизиране на процеса на проектиране, визуализиране и оценка на входящата и изходящата информация по определени критерии (Dallev и др., 2014). Прилагането на ГИС е допринесло и за предварителен анализ на агроекологичните райони в България и пригодеността им за отглеждането на зеленчукови култури (Haytova et al., 2014).

Разгледани са и икономическите аспекти при отглеждането на определени зеленчукови култури (Stoeva and Haytova, 2015) както и тенденциите за развитие на сектора (Stoeva and Haytova, 2015). Комплексното въздействие на различни фактори определя развитието на земеделските култури като важен отрасъл в България. Ето защо се налага използване на мултикритериален анализ за оценка на пригодеността на различни природно-климатични, социално-икономически и екологични фактори върху отглеждането и реализацията на земеделски култури в България.

Целта на разработката е да се представи методика за оценка на земята относно устойчиво, екологично и икономически изгодно отглеждане на земеделски култури чрез използване на ГИС и АНР анализ.

## **МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ**

Използваните материали са:

- Кадастрални карти и карти на възстановената собственост за изследваната територия
- Почвени карти и почвени характеристики
- Топографски карти
- Климатични данни
- Статистически проучвания и анкети относно околната среда, икономически, социални и инфраструктурни фактори.

Основният метод на работа е свързан с използването на ГИС и АНР анализ. Разнородността от информация позволява боравене с различни по вид данни в една обща система – ГИС. Практическото използване на ГИС като система за обработка и анализ на информация позволява

неограниченост при събирането на информация и многоспектърен анализ на цялостната база данни. Цялата съвкупност от база данни подлежи на анализиране и визуализиране на резултатите от обработването ѝ. Това се постига чрез т.нар. АНР анализ, приложен в средата на ГИС.

Чрез този метод се постига йерархичност при разглеждането на данните и тяхното анализиране. Прилагането на този метод и внедряването му в ГИС е подход, предразполагащ не само за бърза обработка на данни, а и за системно анализиране на доминиращи или слабо влияещи фактори върху разглеждания проблем.

Цялата налична база данни и обработката ѝ са ограничени и съобразени с директивите на INSPIRE и стандартите на ISO. По този начин информацията може да се разглежда както на местно, така и на световно ниво и обменът на данни да бъде достъпен и разпознаваем. Динамичността на заобикалящия ни свят подтиква към гъвкавост при обработката на информацията и разновидност на представянето ѝ.

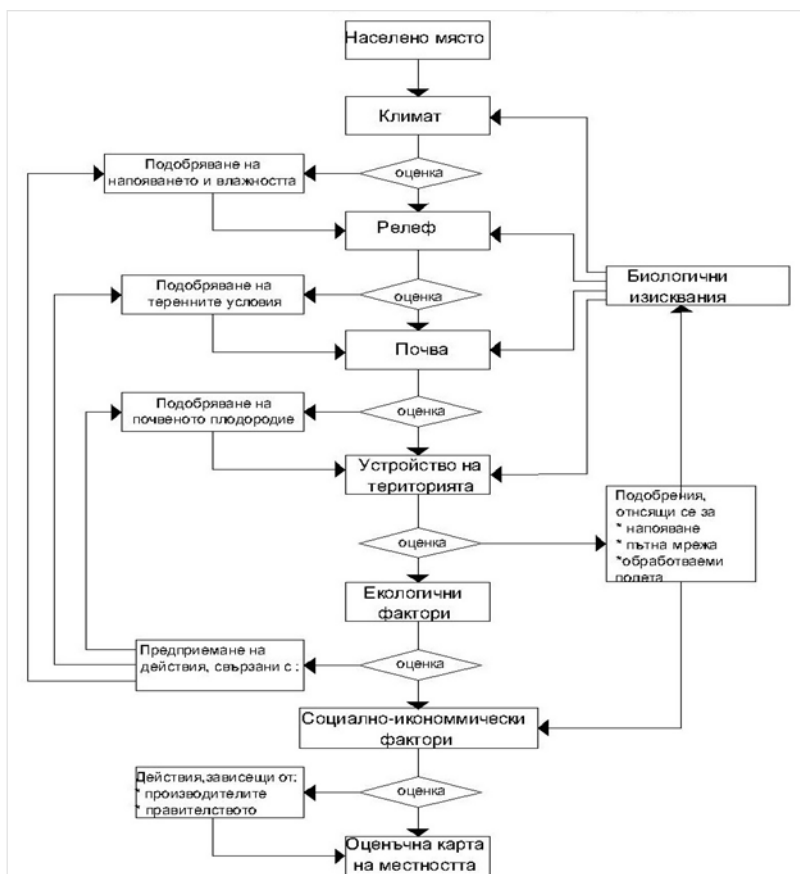
## **РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ**

Динамичното развитие на заобикалящия ни свят предразполага към използване на методи за по-бързо и по-ефективно вземане на решения. Земеделието представлява съвкупност от приноси, постигнати от фермерите, но влияещи се от околната среда, политически, икономически, индустриални и социални фактори. Функционалността на всяка земеделска система е силно повлияна от външната среда, включвайки различни политики и институции, пазарна ориентираност, връзка между информацията и др. (FAO, 2000). Зеленчукопроизводството като част от земеделието се определя като устойчиво, ако е екологично съобразено, икономически достъпно, предоставя принос за обществото, правилно приложимо, с дълъг период на продуктивност и доказано от научни изследвания (FAO, 2004).

Развитието на определен отрасъл или на земеделието като цяло се определя от различни фактори и се свързва с добре квалифицирана работна ръка, добри условия на околната среда, възможности за икономическа и социална градация, съобразена екологична практика, достъпност до водни ресурси, развита транспортна мрежа и свързаност между цялата налична информация. С напредване на технологиите и развитието на земеделските отрасли се използват все повече методи за анализ на предназначението и използваемостта на земята.

Тези технологии и методи представят наличната информация във вид на оценъчни карти, съчетаващи различните данни (Carver, 1991; Banai, 1993; Eastman, 1997). Базирайки се на Географските информационни системи, методите за оценка на множеството фактори се представят като процес, комбиниращ в себе си трансформация на пространствената информация в процес за намиране на решения с оптимални резултати (Malczewski, 2004). АНР е добре известен и широко използван метод за оценка на множество от фактори, който е въведен от Саати (Saaty, 1977; Saaty and Vargas, 2001). Прилагането на този подход за оценка на фактори и критерии за определен

разглеждан проблем е доказан и ефективен метод за работа с информация от различни сектори, както и нейното бързо и ефективно прилагане. Чрез сравняване на две по две критериите и факторите от всяко ниво на йерархичния модел се създават относителни тежестни коефициенти, наречени *приоритети*, които показват важността на изследваните характеристики (Hossain et al., 2007). Прилагайки този метод на оценка, може да се комбинират социалните, икономическите, природните фактори и факторите на околната среда, съобразени с изискванията на разглежданите култури с цел правилно и целесъобразно отглеждане и развитие на културите. Относно оценката на пригодността на определена територия за отглеждането на земеделски култури може да се приложи следният концептуален модел, който определя последователността при сравняването на характеристиките и определянето на приоритетните такива.



**Фиг. 1.** Концептуална схема за устойчиво използване на земята за отглеждане на зеленчукови култури  
**Fig. 1.** Conceptual model of sustainable land use for vegetable development

При физическите критерии се разглеждат почвено плодородие, климатични данни за определена територия, релеф, информация за почвените характеристики и видовете почви, съдържание на хумус, рН, механичен състав, дълбочина на почвения слой и др. Някои от данните се представят в табличен вид, а други – чрез цифрови почвени карти. За климатичните данни се използват статистически справочници с данни от изследване на климата за дълъг период от време.

Цялата налична информация се пренася в цифровата среда на ГИС и се координира с реалното местоположение на изследваната територия, което се представя чрез карти на възстановената собственост или кадастрални карти. Основавайки се на биологичните изисквания на изследваните култури, се определят характеристиките, които да се разглеждат – доминантни и недоминантни характеристики (такива, които може да се променят чрез алтернативни методи).

Сравнявайки два по два параметрите от нивата на модела в матричен вид, се определят доминантните фактори чрез тежестни стойности. Сумирането на тези стойности представя оценката на физическите характеристики и се определя пригодността на определената територия за отглеждането на изследваните култури.



**Фиг. 2.** Анализ на физическите характеристики относно пригодността им за отглеждане на култури  
**Fig. 2.** Analysis of physical land characteristics for suitability crops cultivation

Ако повечето доминантни фактори отговарят на биологичните изисквания на растенията, то почвата е благоприятна. Степента на пригодност на почвата се определя в три категории: S1 – много добра, S2 – средно добра, и S3 – неподходяща. Като краен резултат от изследването на почвените, климатичните и релефните параметри се посочва пригодността на почвата от S1 до S3 и като допълнение се показват тези от характеристиките, които не са в достатъчно добро състояние, но може да бъдат подобри.

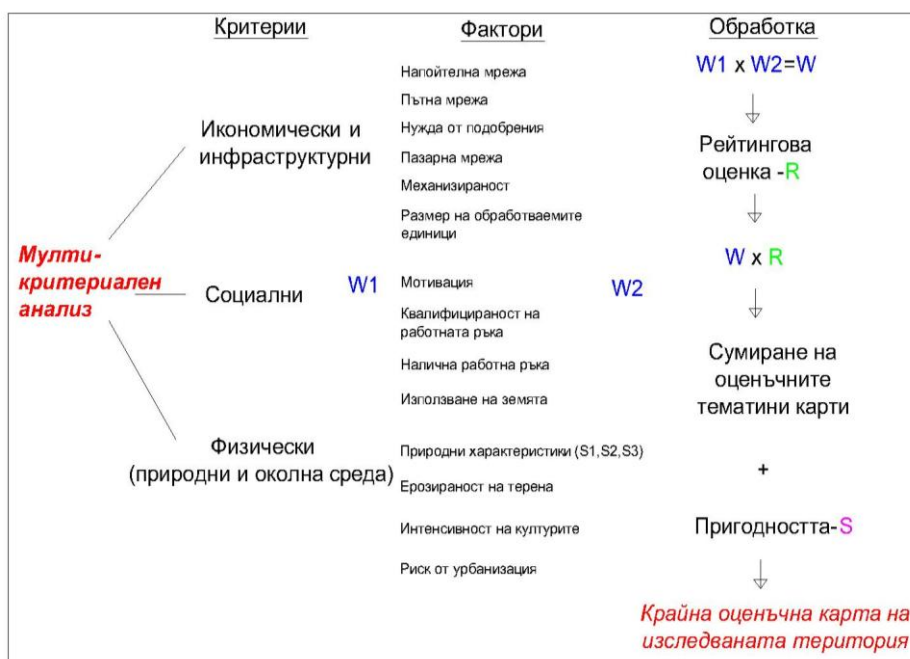
АНР методът позволява многослойност на информацията, което допринася за разглеждането и комбинирането на физическите критерии с икономически, социални и критерии на околната среда. Всеки един от тези критерии представлява съвкупност от фактори, оказващи влияние върху изследваните култури. Критериите се сравняват два по два в матричен вид и се определят тежестни коефициенти – W1, които показват приоритетността и важноста на всеки един от тях. За всеки един от критериите (икономически, социални и околна среда) се разглеждат съответните фактори, определящи развитието на изследваните култури.

Сравняват се два по два тези фактори в обсега на изследвания критерий и се определят тежестни коефициенти – W2, за всеки един от тях. Тежестната стойност W1 се умножава по W2 и се получава тежестната оценка на изследваните параметри – W. Съставя се рейтингова система, при която се разглеждат всички характеристики и се дава стойност R от 1 до 9 в зависимост от важноста на параметъра и влиянието му върху развитието на разглежданите култури. Рейтинговата стойност се базира на експертно мнение и опитност на учени в съответната област. Получената тежестна оценка W се умножава по рейтинговата стойност R и се получава крайна оценъчна стойност. Сумират се всички крайни оценъчни стойности за цялата разглеждана територия. Прибавяйки към тези крайни оценъчни стойности изследваните физически характеристики и определената пригодност на почвата – S, се съставя мултикритериален анализ, показващ възможностите за отглеждане и развитие на изследваните култури.

Целият този метод, приложен в сферата на ГИС, се представя като тематични оценъчни карти. Възможностите за обработка на базата данни в средата на ГИС позволява сумиране на оценъчни растерни изображения и като краен резултат се визуализира една крайна оценъчна карта на изследваната територия. Методът за анализиране е представен на следващата схема.

С внедряването на базата данни в ГИС методът се разработва за всеки един имот, масив или цялата разглеждана територия в рамките на едно или няколко землища. За всяка част от територията разглежданите параметри може да имат различна важност и затова се поставят тежестните коефициенти, които показват приоритетността на изследваните характеристики. При промяна на културите може да се правят прогнози за последващи видове и сортове растения, които да имат добра доходност при отглеждането на определена територия. Може да се анализират определен вид или сорт растения, но може и да се групират, като се посочат осреднени биологични

характеристики, които представляват лимитиращата рамка за изследване на физическите, икономическите, социалните, инфраструктурните фактори и тези на околната среда.



**Фиг. 3. Схема на AHP анализ**  
**Fig. 3. Overall model of AHP analysis**

Чрез използването на ГИС цялата налична информация и нейната преработка са достъпни и разпознаваеми. Една такава организация е Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSIRE). Чрез директиви, утвърдени от Европейския съюз, тази организация има за цел да създаде и да утвърди нормативи, свързани с прилагането на определени практики и действия, които имат влияние върху околната среда (Directive 2007/2/EC).

Множеството информация от различни области и държави трябва да бъде достъпна за обработка от всички организации и хора с цел улесняване и подпомагане на работата с базата данни и комуникацията между тях. Позовавайки се на директивите на INSIRE и Organization for Standardization (ISO), цялата пространствена геобаза данни може да бъде подредена в концептуален модел, описвайки важните точки и действия за правилно и полезно използване на земните богатства и даденостите на околната среда.

Използването на ГИС базата данни ще спомогне за повишаване на познанията на производителите, свързани с правилен подбор на площите, избор на подходящо производственото направление и сортова структура,

използване на съвременни технологични решения, прилагане на добри земеделски практики за устойчиво развитие на сектора.

### ИЗВОДИ

1. Оценката на използването на земята е пряко свързано с определянето на пригодността ѝ за развитие на земеделието, а също и с определяне на лимитиращите фактори за отглеждането на различните култури. Така земеделските производители ще получават конкретни препоръки, обосновани от научните изследвания за отглеждане на културите според биологичните им изисквания и потенциала им.

2. Внедряването на информация от реални изследвания и превръщането ѝ в пространствена база данни чрез ГИС дава възможност за едно съвременно и актуално анализиране и обобщаване на съществуващото състояние на сектора.

3. В резултат на използването на АНП анализ и концептуален модел се създава оценъчна карта, която спомага за правилното определяне на територията, върху която да се отглеждат анализираните култури.

4. Цялата тази информация се превръща в мултикритериален анализ за устойчиво използване на земята за рационално и доходоносно реализиране на продукцията както на вътрешни, така и на европейски и световни пазари. Практически използването на ГИС в земеделието би улеснило планирането, организацията и производството на продукцията в съответствие с изискванията за качеството ѝ.

### REFERENCES

*Arnaudova, Zh.*, 2011. Използване на GIS при териториално настъпване на лозови сортове в България, монография, Академично издателство на Аграрен университет.

*Dallev, M., Arnaudova Zh., Stefanova V.*, 2014. Приложение на GIS при оптимизиране на агрегатния състав на тежко песакливо-глинести почви, Аграрен университет – Пловдив, списание Аграрни науки, година VI, брой 16.

*Nikolova, M.*, 2013. Състояние и предизвикателства пред българското земеделие след присъединяване към ЕС, Научни трудове на Русенския университет, том 52, серия 5.1, 209-214.

*Stoeva, T.*, 2013. Икономическа ефективност на зеленчукопроизводството в Пловдивска област, дисертация, Аграрен Университет – Пловдив.

*Stoeva, T., Haytova D.*, 2015. Възможности и тенденции за развитие на зеленчукопроизводството в селските райони, сп. Икономика и управление на селското стопанство, Селскостопанска академия, 1/2015.

*Toskov, G.*, 2014. Стратегии за управлението и реализацията на полското зеленчукопроизводство, дисертация, Аграрен Университет – Пловдив.

*Hristova, E., Ilieva D.*, 2013. Зеленчукопроизводството и овосъстарството – потенциална възможност за повишаване на заетостта в селските райони на Русенска област, Научни трудове на Русенския университет, том 52, серия 1.1, 122-125.



*Banai, R.*, 1993. Fuzziness in geographic information systems - contributions from the analytic hierarchy process. *International Journal of Geographical Information Systems*, Vol. 7.

*Carver, S. J.*, 1991. Integrating multi-criteria evaluation with geographical information systems: *International Journal of Geographical Information Systems*, Vol. 5 (3).

Directive 2007/2/EC, Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE).

*Eastman, J. R.*, 1997. IDRISI for Windows, version 2.0 (Tutorial Exercises): Graduate School of Geography-Clark University, Worcester, MA.

FAO, 2000. *Farming System and Alleviating Poverty*. New York, USA.

FAO, 2004. *Statistical Database*. New York, USA.

*Haytova, D., Stefanova V., Arnaudova Zh., Bileva T.*, 2014. Preliminary analysis of agriculture land for vegetable farming system, *Turkish journal of agricultural and natural sciences Balkan agriculture congress special issue: 1*, pp. 1103-1105, [www.turkjans.com](http://www.turkjans.com).

*Hossain, M. S. S. R. Chowdhury, N. Gopal Das and M. M. Rahaman*, 2007. Multi-criteria evaluation approach to GIS-based land-suitability classification for tilapia farming in Bangladesh, *Journal of the European Aquaculture Society Springer Science+Business Media B.V.*, 2007.

*Malczewski, J.*, 2004. GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview: *Progress in Planning*, 2003 Elsevier Ltd., Vol. 62.

*Saaty, T. L.*, 1977. A scaling method for priorities in hierarchical structure: *Journal of Mathematical Psychology* 15.3.

*Saaty, T. L. and L. G. Vargas*, Eds, 2001. *Models, methods, concepts & applications of analytical hierarchy process.*: International Series in Operations Research and Management sciences. Boston/Dodrecht/London, Kluwer Academic Publishers.

*Stoeva, T., Haytova, D.*, 2015. Prospects of economic development of Bulgarian vegetable crop production in the global crisis, *Scientific journal "Economics and Finance"*, Academic Publishing House of the Agricultural University – Plovdiv.

