

**БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
ИНСТИТУТ ПО ИНФОРМАЦИОННИ И
КОМУНИКАЦИОННИ ТЕХНОЛОГИИ**

Ирина Александровна Радева

**МОДЕЛИ ЗА ВЗЕМАНЕ НА РЕШЕНИЯ
ПРИ ФОРМИРАНЕ НА КЛЪСТЕРНИ СТРУКТУРИ**

АВТОРЕФЕРАТ

на
ДИСЕРТАЦИЯ

за присъждане на образователната и научната степен „доктор“
по научна специалност 01.01.12 „Информатика“

Научен ръководител: акад. Иван Попчев

София, 2012 г.

Дисертацията е обсъждана и допусната до защита на разширено заседание на секция „Интелигентни системи“ на ИИКТ-БАН, състояло се на 13 юли 2012 г.

Дисертацията съдържа 180 стр., в които 34 фигури, 76 таблици и 8 стр. литература, включваща 124 заглавия.

Защитата на дисертацията ще се състои на2012 г. от часа в зала ... на блок ... на ИИКТ-БАН на открито заседание на научно жури в състав:

1. ...
2. ...
3. ...
4. ...

Материалите за защитата са на разположение на интересувашите се в стая ... на ИИКТ-БАН, ул. „Акад. Г. Бончев“, бл. 2.

Автор: **Ирина Александровна Радева**

Заглавие: **МОДЕЛИ ЗА ВЗЕМАНЕ НА РЕШЕНИЯ ПРИ ФОРМИРАНЕ НА КЛЪСТЕРНИ СТРУКТУРИ**

Обща характеристика на дисертацията

Актуалност на темата и обзор на основните резултати в областта

Интензивността на социално–икономическите процеси, протичащи в състояние на глобална икономическа криза, формират качествено нови предизвикателства пред теорията и практиката. Очевидна е необходимостта от трансформация във функциите и методологията на управление и оценка на ефективността на малките и средни предприятия (МСП), като икономически агенти (ИА) носители на определен потенциал при ограничени суровинни и финансови ресурси. Това води до необходимост от внедряване на интелигентни технологии в тяхното управление. В новата програма COSME (ЕС, 2012) на Съвета на Европейския съюз, приоритетно насочена към малките и средни предприятия (МСП), кълстеризацията се дефинира като инструментариум и подход на националните и регионалните усилия за постигане на устойчива конкурентоспособност. Основните акценти в програмата са: необходимост от изграждане на европейска и национални стратегии на кълстери и необходимост от създаване на благоприятна бизнес среда. Препоръчва се основните усилия да се насочат към изграждане на инфраструктура за МСП, която да позволява обмен на информация и знания в европейски мащаб и по-интензивно внедряване на интелигентни технологии.

Пазарните отношения налагат иновативен подход към методите и технологиите за управление на ИА, като водещ принцип следва да бъде усъвършенстването на инструментите за вземане на решения при стратегическото управление на производствените структури. Акцентът е върху изграждането на съвременна иновационна инфраструктура, която да позволява устойчиво конкурентно развитие на ИА.

За постигане на устойчиво конкурентно развитие съществуват два основни подхода:

- **Първи подход:** Изграждане на иновационна инфраструктура като публично-частно партньорство.

Този подход осигурява значителни *предимства*, като гарантира актуализирано равнище на иновационната инфраструктура, а също така осигурява възможност за контрол от страна на държавата. *Недостатък* на подхода е необходимостта от значителни финансови ресурси при ниска възвръщаемост. В условията на криза вероятността за прилагането на този подход не е голяма.

- **Втори подход:** Доброволна кълстеризация на предприятия на регионален или отраслови принцип.

Световният опит показва, че устойчива конкурентоспособност се осигурява чрез обединяване на силните позиции на успешно развиващи се предприятия с позициите на такива, по-малко успешни, но технологично свързани и готови да взаимодействат на кълстерен принцип (Porter, 1998).

Следвайки дефиницията на Портър, в дисертационния труд под *кълстерната структура (КС) се разбира обединение на ИА (доставчици, производители, елементи от инфраструктура и научно-изследователски организации), свързани при формиране на добавена стойност, която осигурява растежа на конкурентоспособността при устойчиво нарастване на производителността на всеки един от елементите*. С други думи, това са икономически агенти, обединени (интегрирани) чрез трайни икономически, политически и социални отношения, които не се определят чрез организирано членство. Стратегическата насоченост на КС е повишаване използването на знанието (информационни кълстери) и изграждане на нови мрежи за сътрудничество при създаване на съвкупност от продукти/услуги. Опитът показва, че този подход се реализира предимно на регионално ниво (Jacob,

2000), (OECD, 2005), (Innovation.bg, 2004). Негов недостатък е силната зависимост на ефективността на КС от стабилната национална политика по отношение на развитие на ИА.

Първият подход при изграждане на иновационната инфраструктура е възможен при активното финансово участие на държавата и общините.

Вторият подход е насочен към повишаване на производителността на всяко едно от предприятията, намиране на нови и разширяване на съществуващи пазари, нарастване на конкурентоспособността на произвежданите продукти/ услуги в съответствие с изискванията на пазара и ефекта на синергия¹, като следствие на бизнес клъстеризация. Източник на финансиране е изградената КС.

Съгласно (Bergman, E.M. and Feser, E.J., 1999), (Porter, 1998), (Copland, T., Koller, T., Murrin, J., 2002), сдружаването върху различни технологични мрежи за производство и реализация на продукти/ услуги е един от най-ефективните инструменти за управление и позволява използването на синергия - нарастване на ефективността от дейността вследствие на интеграция, сливане, обединяване на ресурси на отделните елементи в единна система за сметка на системния ефект (Авдонина, 2012)

Едно от важните направления в изследванията на икономическата интеграция е регионална и продуктова интеграция (Bergman, E.M. and Feser, E.J., 1999), а получените резултати са свързани с идентифициране на естествено възникнали клъстерни структури и изследване на тяхната ефективност и разширяване чрез управленски въздействия „отгоре - надолу” (Porter, 1998). Изследвания, свързани с разработване на инструментариум за създаване на КС са слабо застъпени (Porchev, I., I. Radeva, November 2007). Управлението на този процес изисква нови инструменти и подходи, съобразени със спецификата на икономическите агенти (ИА). Особена актуалност придобива разработването на инструментариум и модели за обмен на най-добри практики за управлението на КС и бизнес мрежи, насърчаване на сътрудничеството между тях, както и стимулиране на ефективното използване на ресурси и корпоративната социална отговорност. Основен акцент се поставя върху прилагане на нови бизнес модели и доброволното сдружаване на ИА във вериги за създаване на нови стойности (ЕС, 2012). *Предимството* на КС е директната стимулация на развитието на конкурентоспособността на националната икономика и регионалното развитие. *Недостатък* е силната зависимост на ефективността на КС от националната политика по отношение на публично-частното партньорство и изградените правила, които регламентират взаимоотношенията между нея и държавните институции.

Първият етап в развитието на КС е нейната идентификация. Тя определя елементите и последващото им структуриране в мрежа, върху която се проектират съществуващите междутраслови връзки и липсващи звена. Така структурираната мрежа се преобразува в КС.

Анализът на концепциите за икономически клъстери показва, че те са предимно ориентирани към вече изградени КС и по-трудно се прилагат при формирането на нови.

¹ Синергия – синергичен ефект – от гръцки synergos (действащ заедно), нарастване на ефективността от дейността, като следствие на интеграция, сливане, обединяване на отделните елементи в единна система за сметка на т. нар. системен ефект. При интегриране на близки по състояние на развитие елементи синергията е положителна. При интегриране на различни по състояние на развитие елементи е възможен отрицателен синергичен ефект.

Новосъздадените КС изискват разработване на прогнозни сценарии, идентифициране на съществуващи елементи, изграждане на нови такива и прогнозиране на причинно-следствени връзки между тях. Сравнително слабо е разработен инструментариум за оценка на ефективността на предлаганите сценарии и решаване на задачи за избор на сценарий, които да осигуряват устойчива конкурентоспособност на новосъздадената КС.

Цели и задачи на дисертацията

Целта на дисертационния труд е разработване на инструментариум (алгоритми и модели, обединени в система за вземане на решения) за интеграция на икономически агенти върху зададена технологична мрежа с цел повишаване на устойчивата конкурентоспособност с отчитане на влиянието на околната бизнес среда.

За постигане на целта са формулирани следните задачи:

Задача 1: Създаване на концепция за интегриране на икономически агенти върху технологична мрежа с цел повишаване на конкурентоспособността.

Задача 2: Конструирание на модели за избор на агенти за включване в клъстерна структура и за оценка на инвестиционната привлекателност.

Задача 3: Оценка на риска при изграждане на клъстерната структура.

Задача 4: Конструирание на система за подпомагане вземането на решения при избор на клъстерна структура.

Задача 5: Тестване на системата за подпомагане на вземането на решение при избор на клъстерна структура.

Обект на изследване е структурната интеграция на икономически агенти, позиционирани върху зададена технологична мрежа.

Предмет на изследването е разработване на инструментариум (процедури и технологии), основан на теоретичните и приложни резултати в областта на информационните технологии, теорията за вземането на решения и отчитане на риска, които водят до формиране на ефективни интегрирани икономически структури. В основата на интеграцията е информационния обмен и координация на интересите между отделните елементи с цел повишаване на конкурентоспособността.

Методология на изследването

Основа на изследването са методи за вземане на решения, за многокритериален анализ, система от балансирани показатели и оценка на риска. Съвкупността от използваната методологична база осигурява достоверност и обоснованост на изводите и практическите решения.

В дисертационния труд за тестване на конструираните модели и алгоритми са използвани информационни източници от НСИ, статистически данни за икономическото развитие на национални и чуждестранни предприятия, периодични икономически издания, отраслови нормативно-методически документи, научноизследователски отчети, а също и първична информация, събирана в процеса на изследване и проектиране.

Апробация на резултатите

Апробацията е осъществена в рамките на обсъждане на съдържанието и резултатите от изследванията на национални и международни конференции, статии в научни списания и три основни проекти:

- Проект с Изпълнителната агенция за насърчаване на малките и средни предприятия № ИФ-00-04-181-1/28.12.2007г.: “Информационна технология за оценка на инвестиционна привлекателност при структурна интеграция на малко и средно предприятие” - ръководител;
- Проект с Изпълнителната агенция за насърчаване на малките и средни предприятия № ИФ-00-04-163-1/28.12.2007 г., на тема: “Иновационни информационни технологии при проектиране на енергийни полета на витлови генератори”;
- Проект No. Д002 – 140/15.12.2008 „Разработване на програмни и интернет базирани приложения за обучение по инвестиционен анализ и портфейлна оптимизация (ИНПОРТ)” No. DVU01/0031.

Списък на публикациите по дисертацията

1. **Popchev, I., I. Radeva.** MAP-Cluster: An Approach for Latent Cluster Identification. // *IFAC CEFIS 2007: Synergy of Computational Economics and Financial and Industrial Systems - Istanbul*, November 2007, p. 63-67. <http://www.elsevier.com/locate/ifac>
2. **Радева, Ирина.** Проектиране на икономически клъстери. // *Автоматика и информатика*, 2001, N 4, с. 48 – 52. ISSN 0861-7562
3. **Радева, Ирина.** Подход за избор на МСП при хоризонтална интеграция на клъстерни структури в условия на неопределеност. // *Корпоративните финанси на формиращите пазари: Доклади от конференция с международно участие, Нов Български университет - София*, 2009, с. 49-72. ISBN 978-954-535-679-7
4. **Radeva, Irina.** Strategic Integration with MAP – CLUSTER Software System. // *Cybernetics and Information Technologies*, 2010, vol.10, N. 2, p.78 – 93. ISSN 1311-9702
5. **Радева, Ирина.** Многоетапна схема за оценка на инвестиционна привлекателност. // *Финансови иновации – изследвания и практики*. Издателство на НБУ - София, 2008, с. 135 – 155. ISBN 978-954-535-502-8
6. **Popchev I., I. Radeva.** Multi-Criteria Scheme for MAP-Cluster Identification. // *Problems of Engineering Cybernetics and Robotics*, 2007, vol. 58, p. 3-12. ISSN: 0204-9848.
7. **Радева, И., Т. Нанева.** Идентифициране на икономически клъстери. Концепции и методи. // *Автоматика и информатика*, 2007, с. 41-44, 61(4), ISSN: 0861-7562.
8. **Popchev I., I. Radeva.** A Decision Support Method for Investment Preference Evaluation. // *Cybernetics and Information Technologies*, 2006, vol. 6, N 1, p. 3-16. ISSN 1311-9702
9. **Popchev, I. Radeva I.** An Investment Preference under Incomplete Data. // *International IFAC Workshop DECOM-TT - Bansko*, October 2004, 243 – 248.

Забелязани цитирания

1. **Popchev I., I. Radeva.** A Decision Support Method for Investment Preference Evaluation. // *Cybernetics and Information Technologies*, 2006, vol. 6, N 1, p. 3-16. ISSN 1311-9702

Цитирана в: Морозов, Е.А., Совершенствование методики оценки инвестиционной привлекательности проектов развития недвижимости – Дисертация, 2009.

2. **Popchev I., I. Radeva.** Multi-Criteria Scheme for MAP-Cluster Identification. *//Problems of Engineering Cybernetics and Robotics*, 2007, vol. 58, p. 3-12. ISSN: 0204-9848.
Цитирана в: Ilieva, G. Fuzzy Algorithms for Selection of Bidding Strategies. *//Cybernetics and Information Technologies*, 2010, Vol. 1, p. 25 – 36.
3. **Popchev, I., I. Radeva.** MAP-Cluster: An Approach for Latent Cluster Identification. *// IFAC CEFIS 2007: Synergy of Computational Economics and Financial and Industrial Systems - Istanbul*, November 2007, p. 63-67. <http://www.elsevier.com/locate/ifac>
Цитирана в: Ilieva, G. Fuzzy Algorithms for Selection of Bidding Strategies. *// Cybernetics and Information Technologies*, 2010, Vol.10, N 1, p.25 – 36.
4. **Радева, Ирина.** Подход за избор на МСП при хоризонтална интеграция на кълстерни структури в условия на неопределеност. *//Корпоративните финанси на формиращите пазари: Доклади от конференция с международно участие, Нов Български университет - София*, 2009, с. 49-72. ISBN 978-954-535-679-7
Цитирана в: Орозова, Даниела. *Обобщеномрежови модели на интелигентни системи за обучение*, София, 2011, Акад. изд. "Проф. Марин Дринов".
5. **Radeva, Irina.** Strategic Integration with MAP – CLUSTER Software System. *//Cybernetics and Information Technologies*, 2010, vol.10, N. 2, p.78 – 93. ISSN 1311-9702
Цитирана в: Ilieva, Galina. *A Fuzzy Approach for Strategy Secection*. *//Cybernetics and Information Technologies*, 2012, Vol. 12, N 1, ISSN: 1311-9702.
http://www.cit.iit.bas.bg/CIT_2012/v12-1/G_Ilieva-p61-69.pdf
6. **Радева, Ирина.** Многоетапна схема за оценка на инвестиционна привлекателност. *//Финансови иновации – изследвания и практики*. Издателство на НБУ - София, 2008, с. 135 – 155. ISBN 978-954-535-502-8
Цитирана в: Касърова, В. Модели и показатели за анализ на финансовата устойчивост на компанията. *//Научен електронен архив на Нов български университет – София*, 2010 http://eprints.nbu.bg/637/1/FU_1_FINAL.pdf
7. **Радева, И., Т. Нанева.** Идентифициране на икономически кълстери. Концепции и методи. *//Автоматика и информатика*, 2007, с. 41-44, 61(4), ISSN: 0861-7562
Цитирана в: Sellar, C., M.,Petkova-tancheva, C.D., Mcneil, K.. Cluster Policies in Bulgaria: European Integration, Postsocialist Dynamics and Local Level Initiatives. *//International Journal of Urban and Regional Research*, Vol. 35, Issue 2, March 2011, p. 358-378, ISSN:1468-2427.

Съдържание на дисертацията

Дисертационният труд е в обем 180 страници и се състои от увод, четири глави, заключение и библиография, съдържаща 126 заглавия и две приложения. Дисертацията включва 34 фигури и 77 таблици.

Глава 1. Задача на структурната интеграция на икономически агенти

В глава 1, на база на проучени литературни източници се обосновава икономическата интеграция или сдружаването на икономически агенти в кълстерни структури като един от подходите за управление. Подчертава се актуалността на тези разработки при доброволно

сдружаване на ИА в нови вериги и създаването на добавена стойност.

1.1. Цел и задачи на изследването

Целта на дисертационния труд е разработване на инструментариум (алгоритми и модели, обединени в система за вземане на решения) за интеграция на икономически агенти върху зададена технологична мрежа (кълъстерни структури) с цел повишаване на устойчивата конкурентоспособност с отчитане на влиянието на околната среда.

Процесът на разработване на инструментариума е свързан с решаване на задачите, дефинирани на стр. 5. Тяхното решаване включва:

- Проучване на основни концепции и практически подходи за изграждане и идентифициране на икономически кълъстери;
- Сравнителен анализ на модели и алгоритми за решаване на задачи на многокритериалния анализ и оптимизация, в т.ч. основани на размита логика и приложението им при решаване на приложни задачи;
- Проучване на методи и алгоритми за вземане на решения в условия на рискова бизнес среда.

1.2. Основни концепции за интеграция на икономически агенти като инструмент за подобряване на устойчивата конкурентоспособност

1.2.1. Основни концепции

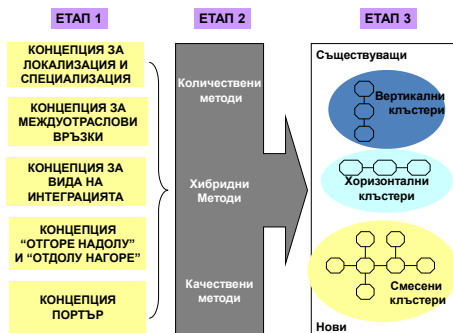
Основните концепции за икономическа кълъстеризация могат да бъдат класифицирани:

1. Според теоретичните принципи за локализация и специализация на производствата (Велев, 2007).
2. Според баланса на междуетрасловите връзки (Input-Output (I-O) таблици).
3. “Диамант на конкурентните предимства” на Портър.
4. Кълъстеризация „от горе на долу” (националната икономика се декомпозира на регионални кълъстери) и „от долу на горе” (определя се значима за региона индустрия и свързаните с нея елементи).
5. Интеграция на кълъстерите.

Концепциите са ориентирани към анализа на вече изградени кълъстери и по-трудно се прилагат при формиране на нови.

1.2.2. Основни методи за идентифициране на икономически кълъстери

Избраната концепция за икономическа кълъстеризация определя и методите за идентификация. Методите условно се разделят на три групи: **качествени, количествени и хибридни**. На фиг. 1 са показани етапите за идентификация на икономическите кълъстери.



Фиг. 1 Етапи за идентификация на икономически клъстери

Анализът показва, че най-работещи методи за идентификация са хибридните методи.

1.3 Клъстерна структура като инструмент за устойчива конкурентоспособност и растеж

В този раздел са обобщени направленията за развитие на процесите на интеграция в КС. Описан е мрежовият модел на интеграция (мрежови структури) като един от най-перспективните за сдружаване. Като основни негови предимства са посочени гъвкавостта и адаптивността, подвижността и лекота при трансформация на структурата, бързината на реакция при променяна на средата и изисквания. Тези структури имат значителен ефект върху ИА, които функционират в динамична и агресивна среда и следват стратегии доминирани от иновационни компоненти.

Резултат от дейността на мрежовите структури е постигане на устойчива конкурентоспособност не чрез цената, а чрез качеството, актуалността, сигурността и бързината на доставките и пазарно успешен резултат. Като предимства могат да се посочат:

- Програмирано (балансирано) участие на ИА в процеса на производство и реализация на стоки/ услуги;
- Възникване на допълнителен организационен ресурс, позволяващ ефективно използване и възпроизвеждане на социалния капитал;
- Формиране на ефективен и устойчив инструмент за комуникации и балансиране на взаимен интерес и действие.

Използването на тези модели предполага разработване на инструментариум за изграждане на интегрирани структури на регионален, отраслов и продуктов принципи и за оценка на ефективността на изградените структури. Моделите трябва да позволяват отчитане на финансови и нефинансови показатели, формиращи оценката на ефективност. Основният ефект от интеграцията се търси в груповото взаимодействие с вътрешната и външната среда, което да осигурява устойчива конкурентоспособност (функция от знанията, капитала и квалификацията на работната сила).

1.4. Кратък анализ на алгоритми за многокритериално вземане на решения

Различни задачи за планиране, контрол, анализ и управление в икономиката и други области на индустриално производство могат да бъдат сведени към многокритериални задачи за вземане на решение. Те могат да бъдат условно разделени на три класа в зависимост от формалната постановка.

При *първия клас задачи* краен брой алтернативи са зададени явно в матрична форма. Това са многокритериални задачи за вземане на решение с дискретни алтернативи или задачи на *многокритериален анализ (МА)*.

При *втория клас задачи* краен брой от явно зададени ограничения във вид на функции определят безкраен брой допустими алтернативи. Това са многокритериални задачи за вземане на решение с безкраен брой алтернативи или задачи на *многокритериална оптимизация (МО)*.

При *третия клас задачи* решенията се основават на крайно множество алтернативи, крайно множество критерии и наличие на три главни източника на неопределеност (Roy, 1989):

- неточност поради трудно определяне на множеството от алтернативи и множеството от критерии;
- ограниченост, тъй като методите за оценки на алтернативите произлизат от относително произволен избор от няколко възможни методи;
- неопределеност, защото оценките на алтернативите се променят във времето.

Това са многокритериални задачи, които използват теорията на размити множества. Това е сравнително ново направление в информационните технологии – soft computing, при което се разглеждаат случаи на размитост, както в първичната информация, така и на всеки етап от решението.

При анализа на литературните източници за разработване на алгоритми и модели за многокритериален избор се установи, че програмната среда е добре разработена за първите два класа задачи. За третия клас задачи тази среда е сравнително по-малко разработена, което поражда известни трудности при решаване на приложни задачи.

1.4.1. Алгоритми за многокритериален анализ

За решаване на задачи на МА съществуват разнообразни на методи и алгоритми. Голяма част от алгоритмите могат да бъдат групирани в три отделни класа (Vinske, 1992). *Първият клас МА алгоритми* (Dyer, 2004) включва алгоритмите на теорията за многоатрибутната полезност и тегловните алгоритми АНР. *Двата подкласа* на тези алгоритми се различават по начина на агрегиране на предпочитанията на ЛВР. *При първия* директно се синтезира обобщен функционален критерий. *При втория*, (тегловните алгоритми) такъв критерий (адитивна форма) се синтезира индиректно. Двата подкласа алгоритми се основават на предположението, че не съществува ограничение във възможностите на ЛВР за сравнение между алтернативите. ЛВР изразява своите предпочитания при сравняването на две алтернативи като използва бинарна релация на силно предпочитание **P** (нерефлексивна, асиметрична и транзитивна) и бинарна релация на неразличимост **I** (рефлексивна, симетрична и транзитивна).

Вторият клас МА алгоритми са аутранкиращите алгоритми (алгоритми ELECTRE (Roy, 1996)), алгоритми PROMETHEE (Brans, 1994), алгоритъм TACTIC (Vansnick, 1986) и

др.). Те се основават на предположението, че съществува ограничена сравнимост между алтернативите. При тези алгоритми първо се построява една (или няколко) аутранкираща(и) релация(и), която (които) отразява(т) предпочитанията на ЛВР. Тази аутранкираща релация се използва, за подпомогне на ЛВР при решаване на задачата за вземане на решение. При сравняването на две алтернативи се използват четири бинарни релации: на неразличимост **I** (рефлексивна и симетрична), на слабо предпочитание **Q** (нерефлексивна и асиметрична), на силно предпочитание **P** (нерефлексивна и асиметрична) и на несравнимост **R** (нерефлексивна и асиметрична). При повечето от аутранкиращите алгоритми се приема, че ЛВР често не е може или няма желание да направи явно разграничение между четирите релации, следователно ЛВР определя предпочитанията си като задава интеракритериална информация като тегла и вето-прагове и интракритериалната като прагове на неразличимост и предпочитание.

Интерактивните алгоритми (алгоритъм VIMDA, алгоритъм на аспирационните нива, алгоритъм InterQuad, алгоритъм LBS, алгоритъм CBIM и др.) принадлежат към *третия клас МА алгоритми*. Те са ориентирани към решаване на задачи на МА при зададени голям брой алтернативи и малък брой критерии.

1.4.2. Алгоритми за многокритериална оптимизация

При решаване на задачи на МО съществуват два основни подхода: *скаларизационен подход* (Miettinen, 1999) и *апроксимационен подход* (Ehrgott, M., Wiecek M., 2004). Основните представители на скаларизационния подход са интерактивните методи (Wierzbicki, 1980), (Steuer, 1986), (Vassilev, 1993), (Narula, S. C. and Vassilev, V., 1994), (Gardiner, 1997), (Korhonen, 1987), (Miettinen, K. and Makela M.M., 2002). Тук задачите на МО се разглеждат като задачи за вземане на решение с акцент върху реалното участие на ЛВР.

Интерактивните алгоритми са най-усъвършенствани и широко разпространени, поради основните си предимства:

- малка част от Парето-оптималните решения трябва да бъдат генерирани и оценени от ЛВР;
- в процеса на решаване на задачата ЛВР може да се обучава в спецификата на задачата;
- ЛВР се чувства по-уверено в правилността на крайния резултат.

1.5. Задачи на многокритериалния анализ

Задачата на МА може да бъде описана чрез матрицата на алтернативите A ($n \times k$) по два начина (Василев, 2005):

Матрица на алтернативите вариант 1

$k_j \backslash a_i$	$k_1(.)$	$k_2(.)$	...	$k_j(.)$	...	$k_k(.)$
a_1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1j}	...	a_{1k}
...	...	...	...	...	...	...
a_i	a_{i1}	a_{i2}	...	a_{ij}	...	a_{ik}

k_j a_i	$k_1(.)$	$k_2(.)$	...	$k_j(.)$	...	$k_k(.)$
..	...	...	...	...	...	...
a_n	a_{n1}	a_{n2}	...	a_{nj}	...	a_{nk}

Матрица на алтернативите вариант 2

f_k a_i	$f_1(.)$	$f_2(.)$	...	$f_j(.)$	...	$f_k(.)$
a_1	$f_1(a_1)$	$f_2(a_1)$	...	$f_j(a_1)$	...	$f_k(a_1)$
a_2	$f_1(a_2)$	$f_2(a_2)$	...	$f_j(a_2)$	...	$f_k(a_2)$
...	...	...	...	...	...	...
a_i	$f_1(a_i)$	$f_2(a_i)$	...	$f_j(a_i)$	...	$f_k(a_i)$
..	...	...	...	...	...	...
a_n	$f_1(a_n)$	$f_2(a_n)$	...	$f_j(a_n)$	...	$f_k(a_n)$

където :

- a_i е алтернатива с индекс $i, i=1, \dots, n$;
- $k_j(.)$ или $f_j(.)$ е критерий с индекс $j, j=1, \dots, k$.

Множеството от индекси на алтернативите се означава с I , а индексното множество на критериите с J .

Оценката на i -тата алтернатива по отношение на всички критерии се задава с вектор-ред $(a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{ik})$ или $(f_1(a_i), \dots, f_k(a_i))$.

Оценката на всички алтернативи по отношение на j -тия критерий се задава с вектор-стълб $(a_{1j}, a_{2j}, \dots, a_{nj})^T$ или $(f_j(a_1), \dots, f_j(a_n))^T$.

На базата матрицата на алтернативите A могат да се формулират три основни типа задачи .

Задача 1. Избор на най-добра алтернатива от ЛВР в съответствие с предпочитания (задача за многокритериален избор).

Задача 2. Наредба на всички алтернативи в низходящ или възходящ ред (задача за многокритериална наредба, ранжиране и др.).

Задача 3. Разделяне на алтернативите на групи (задача за многокритериална класификация или сортиране).

Дефиниция 1. Допустимата алтернатива с индекс i' се нарича Парето-оптимална алтернатива, ако не съществува друга алтернатива с индекс i , за която да е изпълнено условието $a_{ij} \geq a_{i'j}, j = 1, \dots, k$ и поне за един индекс $j = s$ да бъде изпълнено условието $a_{is} > a_{i's}$.

Дефиниция 2. Допустимата алтернатива с индекс i се нарича удовлетворителна алтернатива, ако е изпълнено условието $a_{ij} \geq \overline{a_j}, j = 1, \dots, k$, където $\overline{a_j}$ е

аспирационното ниво на критерия с индекс $j, j = 1, \dots, k$.

Дефиниция 3. Алтернативата l^* се нарича идеална алтернатива, ако е изпълнено условието $l^* = (a_1^*, a_2^*, \dots, a_n^*)$, където $a_j^* = \max_{1 \leq i \leq n} a_{ij}$.

В общия случай идеалната алтернатива не съществува.

Дефиниция 4. Парето-оптимална алтернатива се нарича най-предпочитана алтернатива, ако тя най-добре отразява предпочитанията на ЛВР.

1.6 Задачи на многокритериалната оптимизация

При задачите на МО решението се състои в търсене на вектора от целеви променливи, който удовлетворява наложените ограничения и оптимизира векторна функция, елементите на която съответстват на целеви функции. Тези функции, като правило са взаимно противоречиви, формират математическо описание на интегралния критерий. Оптимизация при решаване на задачите от този клас означава намиране на решение, при което стойностите на целевите функции удовлетворяват лицата, формулиращи задачата. За оценка на качеството на получено решение се разглеждат еталонни точки ("идеална точка", "утопична точка" и "надир") в областта на стойностите на целева функция. В някои случаи тези точки могат да бъдат и решения на задачата.

Общата формулировка на задачата за МО има следния вид:

Линейната целочислена задача на МО (означена като задача (I)) може да бъде формулирана, както следва:

$$(1) \quad \text{"max"} \{f_k(x), k \in K\}$$

при ограничения:

$$(2) \quad \sum_{j \in N} a_{ij} x_j \leq b_i, i \in M,$$

$$(3) \quad 0 \leq x_j \leq d_j, j \in N',$$

$$(4) \quad x_j - \text{цели}, j \in N', N' \subset N.$$

където:

- символът "max" означава, че се максимизират едновременно всички критерии (целеви функции);
- $K = \{1, 2, \dots, p\}$, $M = \{1, 2, \dots, m\}$ и $N = \{1, 2, \dots, n\}$ са индексните множества, съответно, на линейните критерии (целеви функции), на линейните ограничения и на променливите;
- $f_k(x)$, $k \in K$ са линейните критерии (целеви функции):
 - $f_k(x) = \sum c_j^k x_j$;
 - $j \in N$
 - $x = (x_1, x_2, \dots, x_j, \dots, x_n)^T$ е векторът на променливите.

Ограниченията (2) - (4) определят допустимото множество на целочислените променливи. Това множество ще бъде означено с X_1 .

Задача (1) - (3) е линейна задача на МО. Тя ще бъде означена като задача (P). Допустимото множество на непрекъснатите променливи ще бъде означено с X_2 . Задача (P) представлява релаксация на задача (I).

Дефиниция 5: Допустимият вектор x се нарича *ефективно решение на задача (I) или (P)*, ако не съществува друг допустим вектор $\bar{X}$, така че да са изпълнени следните неравенства:

$$f_k(\bar{X}) \geq f_k(x), \text{ за всяко } k \in K \text{ и}$$

$$f_k(\bar{X}) > f_k(x), \text{ поне за един индекс } k \in K.$$

Дефиниция 6: Допустимият вектор x се нарича *слабо ефективно решение на задача (I) или (P)*, ако не съществува друг допустим вектор $\bar{X}$, така че да са изпълнени неравенствата:

$$f_k(\bar{X}) > f_k(x), \text{ за всяко } k \in K.$$

Забележка 1: Множеството на ефективните решения на задача (I) или задача (P) е подмножество на множеството на слабо ефективните решения на съответната задача.

Дефиниция 7: Допустимият вектор x се нарича *(слабо) ефективно решение на задача (I) или (P)*, ако x е слабо ефективно решение или ефективно решение на съответната задача.

Дефиниция 8: Векторът $f(x) = (f_1(x), \dots, f_p(x))^T$ се нарича *(слабо) недоминирано решение на задача (I) или (P)* в критериалното пространство, ако x е (слабо) ефективно решение на съответната задача в пространството на променливите.

Задачите (I) и (P) не притежават оптимално решение (в класическия смисъл на еднокритериалната задача). Поради това е необходимо от слабо недоминираните или недоминираните решения да се избере едно, което най-добре отговаря на глобалните предпочитания на ЛВР. Този избор е субективен и зависи изцяло от ЛВР.

Критерии за оптималност

Критерий на Парето

Векторни решения $\vec{x} \in S$ се наричат оптимални по Парето, ако не съществува $\vec{x}' \in S$, такова, че $f_i(\vec{x}) \leq f_i(\vec{x}')$ за всяко $i = 1, \dots, k$ и $f_i(\vec{x}) < f_i(\vec{x}')$ поне за едно i . Множеството оптимални по Парето решения може да се означава с $P(S)$. Целевият вектор е оптимален по Парето, ако съответният му вектор от допустимата област е също оптимален по Парето.

Множеството на оптимални по Парето вектори е подмножество на оптималните по Парето в слаб смисъл вектори. Векторът $\vec{x} \in S$ се явява слаб оптимум по Парето тогава, когато не съществува вектор $\vec{x}' \in S$, такъв, че $f_i(\vec{x}) < f_i(\vec{x}')$ за всяко $i = 1, \dots, k$.

Диапазонът на оптималните по Парето решения в областта на допустимите стойности дава полезна информация за изследваната задача, ако целевите функции са ограничени от областта на определението. По-ниско от границата на оптималното по Парето множество са представени от „идеалния целеви вектор“ $\vec{z} \in R^k$. Неговите компоненти z_i са получени чрез минимизация на всяка целева функция в границите на допустимата област.

Множеството на оптимални по Парето решения се нарича още Парето–граница (Pareto-frontier)/Парето фронт/фронт на Парето.

Лексикографска наредба (ред)

Ако едни целеви функции са по-важни от други, критериите за оптималност могат да се определят по лексикографски ред.

Отношението на лексикографския ред $<_{lex}$ между векторите $\vec{a}$ и $\vec{b}$ се изпълнява, ако $a_q < b_q$, където $q = \min\{k: a_k \neq b_k\}$. Тоест, първата q компонента на вектора $\vec{a}$ е по-малка от компонентата на вектора $\vec{b}$, а компонентите $q + 1$ са равни (ако има). Лексикографския ред за случая на реални числа е линеен.

Векторът $\vec{x} \in X$ се явява лексикографско решение, ако не съществува вектор $\vec{x}' \in X$, такъв че $f_i(\vec{x}') <_{lex} f_i(\vec{x})$.

Тъй като отношението на лексикографския ред се явява линейно, може да се докаже, че векторът $\vec{x}$ е лексикографско решение, ако за всички $\vec{x}' \in X$ е изпълнено:

$$\vec{f}(\vec{x}) <_{lex} \vec{f}(\vec{x}').$$

Главна особеност на решенията по лексикографски ред е съществуването на избор между критериите. Лексикографската наредба изисква ранжиране на критериите в такъв смисъл, че оптимизацията по критерия f_k е възможна само когато е достигнат оптимум за предходните критерии. Това означава, че първият критерий има най-голям приоритет и само в случай на наличие на няколко решения по този критерий ще има търсене на решения по втория и останалите критерии.

Съществуването на йерархия при критериите позволява решаването на лексикографските задачи да става последователно, стъпка по стъпка, минимизирайки по всеки следващ критерий и използвайки оптималните стойности на предварителните критерии като ограничения.

В зависимост от вида на критериите и ограниченията, както и от типа на променливите, задачите на многокритериалната оптимизация могат да се разделят на линейни, нелинейни, целочислени, мрежови и др.

Най-често използван подход за решаването им е скаларизацията - трансформация на многокритериалната оптимизационна задача в една или множество от еднокритериални оптимизационни задачи (скаларизиращи задачи) с реални целеви функции, зависещи обикновено от един или няколко параметъра.

Алгоритми за решаване на задачи на МО, въз основава на мястото и времето на задаване и получаване на информация от ЛВР, могат да се групират в четири класа (Фиг.2): алгоритми, които не изискват информация от ЛВР, априорни алгоритми (с предварително известна информация), интерактивни алгоритми и апостериорни алгоритми.



Фиг. 2 Класификация на някои методи за многокритериална оптимизация

Информацията задавана от ЛВР изразява предпочитанията му към търсеното решение.

При *априорните алгоритми* всички предпочитания са известни още в началото на процеса на избор на решение. Използваните техники целят намирането на цялото Парето-множество или подмножество на базата на тези априорно зададени предпочитания. Най-известни от тази група са алгоритмите на целевото програмиране.

Интерактивните алгоритми извеждат Парето-оптимални решения на база задавани от ЛВР предпочитания по време на процеса на избор на решение. ЛВР може да изрази своите предпочитания между отделните Парето-оптимални решения чрез стойностите на параметрите на скаларизиращата задача. ЛВР трябва да направи избор на крайното (най-предпочитаното) решение и е отговорен за този избор.

При *апостериорните алгоритми* за конкретната задача се генерира множеството от всички Парето-оптимални решения, след което това множество се анализира според предпочитанията на ЛВР.

1.7. Интерактивни алгоритми

Интерактивните алгоритми са едни от най-често използваните за решаване на многокритериални задачи. Интерактивността е процес за избор на решения, основан на непосредствен и бърз обмен на информация между два субекта и на постоянна смяна на ролите (информатор-информиран субект).

Всеки от разработените интерактивни алгоритми за решаване на различни класове задачи на МО има предимства и недостатъци, свързани главно с начина и вида на информацията, извличана от ЛВР по отношение на неговите глобални и локални предпочитания, вида и начините за решаване на скаларизиращите задачи, както и вида на информацията, давана на ЛВР. В зависимост от типа на информацията за предпочитанията на ЛВР при търсенето на нови решения тези алгоритми могат да бъдат разделени на пет групи (Таблица 1).

Таблица 1

№	Тип на задаваната от ЛВР информация за неговите предпочитания	Интерактивен алгоритъм
1	Тегловни фактори (приоритети) на всеки критерий	1) Чебишевски алгоритъм 2) Тегловен алгоритъм
2	Избор на един критерий за оптимизация и трансформация на останалите критерии в ограничения, задавайки долна граница на изменение за всеки от тях.	1) Алгоритъм на ϵ -ограниченията
3	Аспирационни нива на всеки критерий	1) Алгоритъм STEM 2) Алгоритъм STOM 3) Алгоритъм на отправната точка RP 4) Алгоритъм GUESS 5) Алгоритъм на модифицираната отправна точка MRP
4	Аспирационни нива на всеки критерий и параметър за определяне на отправно направление	1) Алгоритъм на отправно направление RD1 2) Алгоритъм на отправно направление RD2
5	Желани и приемливи нива, посоки и интервали на изменение на част или всички критерии	1) Класификационно-ориентиран алгоритъм NIMBUS 2) Класификационно-ориентиран алгоритъм DALDI

Интерактивните алгоритми за решаване на задачи на МО са основните представители на скаларизационния подход.

1.8. Алгоритми за вземане на решения в условията на размити множества

Алгоритмите за вземане на решения в условията на размити множества са сравнително ново направление в информационните технологии Soft computing, където основно средство за достигане на верни и адаптивни решения за сложни неопределени системи се използва теорията на размитите множества (Zadeh, 1971), (Chen, Ch.B., and Klein, C.M., 1994).

Моделите на задачите се основават на:

- крайно множество от алтернативи,
- крайно множество от критерии (свойства, експерти), които оценяват алтернативите,
- тегловни коефициенти на критериите.

Алтернативите в задачите са обикновено оценени от различни гледни точки, които съответстват на частните критерии. В реалните ситуации, оценките в повечето случаи са неточни, неопределени, размити (Roy, 1989).

Оценките на критериите могат да са количествени, качествени, размити или смесени. Обикновено количествените критерии се задават с точни числови стойности.

Качествените критерии оценяват алтернативите чрез лингвистични променливи, а размитите критерии задават оценките или като размити числа или като размити релации между алтернативите.

Целите на задачите могат да са:

- избор на подмножество от “най-добрите”, в някакъв смисъл, алтернативи;
- наредба на алтернативите от “най-добрата” до “най-лошата”;
- разделяне на множеството от алтернативи на подмножества (кълъстери) от подобни, близки алтернативи.

Тези цели се постигат чрез сравняване на алтернативите като се вземе предвид:

- вида на критериите,
- важността (значимостта, теглата) на критериите,
- възможните трудности при сравняването на две алтернативи, напр. когато едната е “по-добра” от другата относно подмножество от критерии, но много “по-лоша” поне за един критерии от допълнителното множество.

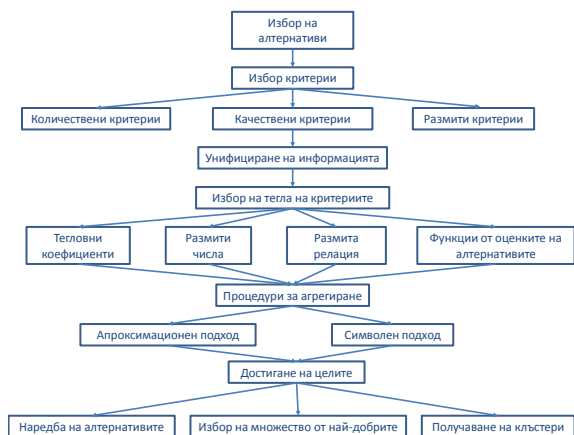
Процедурата за решаването на тези задачи се състои основно от три етапа (Herrera, F., and Herrera-Viedma, E., 2000), (Herrera, F., and Herrera-Viedma, E., 1997), (Herrera, F., and Herrera-Viedma, E., 2000), (Roubens, 1997):

Етап първи: Унифициране на информацията, за случая на количествени или качествени критерии, оценени по различни скали, размити критерии, т.е. задаващи размити релации между алтернативите или смесени критерии. Основен подход за унифициране на информацията е получаването на размити релации от числовите оценки на алтернативите.

Етап втори: Агрегиране на оценките по всички критерии, за получаване на обща оценка за всяка алтернатива. Съществуват два основни подхода за агрегиране на оценките на алтернативите или степените на принадлежност към размитите релации по всички критерии за получаване на обобщена оценка или степен на принадлежност към агрегираната релация за всяка алтернатива: апроксимационен и символен. При апроксимационния подход се реализира идеята за компенсация и компромис между конфликтните критерии, когато това е възможно. Символният подход се прилага при качествени критерии като се предполага, че лингвистичното множество от понятия е наредена структура равномерно разпределена върху скалата.

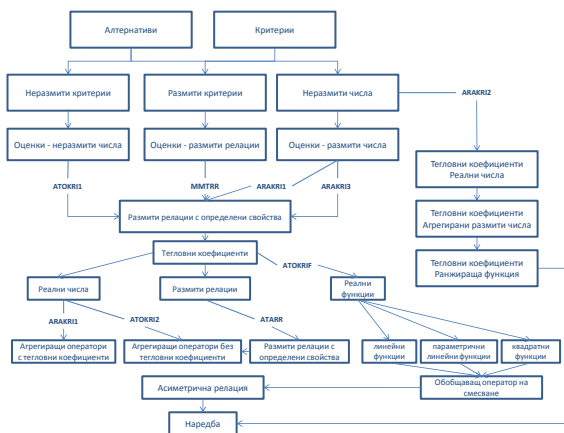
Етап трети: Постигане на целите. На този етап се решават задачи за: избор на “най-добрата”, в някакъв смисъл, алтернатива; за наредба на множеството от алтернативи; за разделяне на множеството алтернативи на подмножества от подобни, близки алтернативи, т.е. получаване на кълъстери.

На Фиг. 3 е показана схема на алгоритъм за вземане на решение при размити множества.



Фиг. 3 Алгоритъм за вземане на решения при размити множества

В зависимост от вида на данните са разработени различни алгоритми. Обща схема на алгоритмите е дадена на Фиг. 1.3. Алгоритмите са подробно описани и публикувани в следните изследвания (Peneva V. a., 2008), (Peneva, V., and Popchev, I., 2003), (Peneva V. I., 2007), (Peneva, V., I. Popchev, 1998), (Peneva, V., and Popchev, I., 2001), (Buckley, 1989), (Peneva, I., I. Popchev, 2010) .



Фиг. 4 Обща схема на размитите алгоритми

В **Заклучение** могат да се направят изводи, според които продължава развитието на методите на теорията на многоатрибутната полезност, на аутранкиращите методи и на интерактивните методи за решаване на задачи на МА. Инструментариумът на методите е

добре разработен и лесно приложим от ЛВР при решаване на приложни задачи.

За решаване на линейни, линейни целочислени и изпъкнали нелинейни задачи на МО скаларизационната методология продължава да има водеща роля. За решаване на комбинаторни и неизпъкнали задачи на МО се засилва и изследователската активност, свързана с апроксимационния подход.

Активно се разработват алгоритми за приложение на теорията на размитите множества. Опитът показва, че при решаване на приложни задачи използването на този инструментариум изисква високо ниво на познания от страна на ЛВР. Получените с традиционните методи решения са достатъчно коректни и изискват по-малък времеви, интелектуален и информационен ресурс в сравнение с решенията, получени по методите на размита логика. Това определя по-широкото приложение на традиционните методи при решаване на приложни задачи.

Този извод определи основните тенденции при разработване на алгоритми и модели в дисертационния труд.

Глава 2. Модели за оценка на инвестиционната привлекателност на интегрирани върху мрежа агенти

Архитектурата на моделите за интеграция на ИА върху зададена технологична мрежа (ТМ) е разделена на два компонента:

- Модел за избор на агенти – участници в КС, които отговарят на зададени критерии за условия за интеграция;
- Модел за избор на вариант на КС, осигуряваща устойчива конкурентоспособност с отчитане влиянието на околната бизнес среда.

Разработените модели позволяват обединяване на целия процес на вземане на решение при интеграция: от първоначалното задаване на агенти–потенциални елементи на КС до окончателен избор на вариант на КС.

2.1. Модел за избор на агенти - участници в кълъстерната структура

Целите на модела са: от зададено множество ИА, разпределени по възлите на ТМ, въз основа на *оценка на състоянието на развитие* (ОСР) да се направи избор на агенти–потенциални участници в КС. От получените наредби по ОСР да се направи избор на група, близки по стойност на *оценка на устойчиво развитие* (ОУР) агенти. За тази цел с помощта на моделите се правят:

- Наредба на агентите по степен на намаляване на ОСР, принадлежащи към един и същи възел на ТМ;
- Наредба на агентите по степен на намаляване на ОСР за цялата ТМ;
- Избор на групи агенти – участници в КС. Критерий за избор: близки стойности на ОУР.

2.1.1. Дефиниция на задачите за избор на агенти

За построяване на моделите са дефинирани следните задачи за избор:

Задача 1: Да се направи оценка на състоянието на развитие (ОСР) на агентите принадлежащи към един и същ възел на ТМ (хоризонтална интеграция) и тяхната подредба за всеки възел на ТМ в низходящ ред. Решения на Задача 1 са списъци на ИА за всеки възел, подредени по степен на намаляване на ОСР.

Задача 2: Да се направи ОСР на агентите за цялата ТМ (смесена интеграция) и тяхната наредба за цялото пространство на мрежата по степен на намаляване на ОСР. Решения на Задача 2 са: списъци на агенти за цялата ТМ, подредени по степен на намаляване на ОСР.

Задача 3: По разработена система от критерии, дефинирана като *устойчиво развитие* (УР), всички агенти от задача 2 да се позиционират върху *полигона на устойчивото развитие*. Решение на Задача 3 е разпределение на агентите върху *полигона*, с което се определят групи ИА с близки по стойност ОУР.

2.1.2. Критерии за ОСР и ОУР

Системата от критерии за изчисляване на ОСР е показана в Таблица 2.

Таблица 2 Система от критерии за ОСР на агентите

КРИТЕРИИ ЗА ОСР НА АГЕНТИТЕ	
Рентабилност	Приходи от реализация/Разходи за реализация
Ликвидност	Краткотрайни активи/Краткосрочни задължения
Обращаемост	Приходи от реализация/ Краткотрайни активи
Задължнялост	Дългосрочни задължения/ Капитал
Ефективност	Нетна печалба/ Численост на персонала
Инвестиционна активност	Разходи за инвестиции/ Разходи за реализация
Инвестиции в човешки ресурси	Разходи за квалификация/ Разходи за реализация
Пазарен дял	Коефициент
Дял на постоянни клиенти	Коефициент
Интерес към интеграция = Да/Не	Коефициент
Производителност	Средна работна заплата / Приходи от реализация
Ефективност на ДА	Нетна печалба/ ДА

Системата от критерии за изчисляване на ОУР е показана в Таблица 3.

Таблица 3 Система от критерии за ОУР

Критерии за ОУР на агентите	
I. Икономическа креативност	
1.1 Инвестиционна активност	Инвестиционна активност = Разходи за инвестиции/ Общи Разходи
1.2 Взаимодействие с научни звена	качествена оценка по десетобална скала
1.3 Ниво на технологично развитие	Качествена оценка по десетобална скала
1.4 Информационна осигуреност	Качествена оценка по десетобална скала
1.5 Квалификационно ниво на персонала	Качествена оценка по десетобална скала

Критерии за ОУР на агентите	
II. Растеж чрез конкурентоспособност	
2.1 Качество на продукта	Качествена оценка по десетобална скала
2.2 Пазарен дял спрямо базова стойност	От паспортите
2.3 Степен на професионализъм на управленския екип	Качествена оценка по десетобална скала
2.4 Степен на успешност на бизнеса	Печалба/ДА+печалба/ Брой заети
2.5 Степен на яснота за перспективи за развитие	Качествена оценка по десетобална скала

Като входна информация за изчисляване на критериите се използват „паспорти”, които съдържат основни характеристики на ИА. Паспортите се попълват за всеки потенциален участник в КС.

2.1.3. Решения на задачите за избор на агенти в кълъстерната структура

Решение на *Задача 1*:

Стъпка 1: Описва се ТМ и се посочват нейните характеристики.

Стъпка 2: Изготвят се списъци на ИА с посочване на принадлежността им към възлите на ТМ.

Стъпка 3: За всеки ИА се изготвя „паспорт”.

Стъпка 4: Извършва се подреждане на агентите във всеки възел на ТМ. За подреждането се използва методът PROMETHEE II, реализиран с DSS MKA – 2 (Vassilev, V., S. Konstantinova, 2005). Изборът се основава на ограничената сравнимост между алтернативите. Въз основа на различен тип интер- и интракритериална информация, получена от „паспорта” се прави обобщена релация, която позволява избор най-добрата алтернатива от наредба в низходящ или възходящ ред.

За целта се извършва:

а) Въвеждане на функция на предпочитание $P_j(a, b)$ на алтернативите по отношение на критерия $f_j(\cdot)$. Задава се като функция на разликата d_j между стойностите на този критерий в двете алтернативи:

$$d_j = f_j(a) - f_j(b).$$

На всеки критерий $f_j(x)$, $j = 1, \dots, k$ се съпоставя един обобщен критерий - функция на релацията d_j или се задава двойката:

$$(f_j(x), P(a, b)).$$

В зависимост от избрания тип критерий се въвежда допълнителна информация съответно за един или два параметъра. Използват се следните параметри:

q – праг на неразличимост, определящ липсата на предпочитание;

p – праг на предпочитание, определящ силно предпочитание;

s – Гаусов праг, стойността на s трябва да бъде зададена в интервала между q и p .

б) Определяне на индекси на предпочитание: за всяка двойка алтернативи, принадлежащи към множеството алтернативи I се получава степента на цялостно предпочитание на една алтернатива спрямо друга:

$$\forall a, b \in I, \forall j = 1, 2, \dots, k, \{f_j(a), f_j(b), d_j = f_j(b) - f_j(a), P(a, b)\}.$$

Изчисляват се индексите на предпочитание по всички критерии и аутранкиращите потоци. Чрез тях, по всички критерии $\pi(a, b)$ се измерва степента, в която алтернативата a е предпочитана пред алтернативата b като се взимат предвид всички критерии. Тези индекси се изчисляват за всеки два критерия от I и от $\pi(b, a)$ двупосочно.

с) Изчисляване на аутранкиращи потоци и обобщени релации: обобщените релации се определят на база т.нар. аутранкиращи потоци, които се означават с $\phi^+(a)$, $\phi^-(a)$ и $\phi(a)$. Всеки от аутранкиращите потоците се асоциира с фиксирана алтернатива a_i и в изчислението му участват всички останали потоци. Тези потоци се наричат съответно положителен и отрицателен аутранкиращи потоци. Положителният аутранкиращ поток $\phi^+(a)$ показва как алтернативата a стои пред всички други алтернативи. Колкото по-голяма е стойността на $\phi^+(a)$, толкова алтернативата a е по-добра спрямо останалите алтернативи. Отрицателният аутранкиращ поток $\phi^-(a)$ изразява как алтернативата a е предпочетена спрямо другите алтернативи взети заедно. Колкото по-малка е стойността на $\phi^-(a)$, толкова по-добра е алтернативата a спрямо останалите алтернативи.

С помощта на аутранкиращите потоци могат да се дефинират трите релации на предпочитание P , I и R . За всеки две алтернативи $a, b \in I$ се изчислява точно едно от следните условия:

aPb , ако:

$$\begin{aligned}\phi^+(a) &> \phi^+(b) \wedge \phi^-(a) \geq \phi^-(b) \\ \phi^+(a) &\geq \phi^+(b) \wedge \phi^-(a) < \phi^-(b)\end{aligned}$$

aIb , ако:

$$\phi^+(a) = \phi^+(b) \wedge \phi^-(a) = \phi^-(b)$$

aRb , в останалите случаи.

За изчисляване и получаване на пълната наредба на алтернативите се използва аутранкиращият поток $\phi(a)$, равен на:

$$\phi(a) = \phi^+(a) - \phi^-(a).$$

Чрез $\phi(a)$ се дефинират релациите на предпочитания и тъждеството P и I :

$$aPb, \text{ ако } \phi(a) > \phi(b)$$

$$aIb, \text{ ако } \phi(a) = \phi(b).$$

При решението на *задача 2* се изпълняват процедурите, описани в *Задача 1*. За първоначалната информация се използва отклонението на стойностите на индивидуалните параметри от базовите от „паспортите”.

Въз основа на релации, получени в стъпка 1 се извършва пълно подреждане на множеството от алтернативи и се получава на списък на подредените агенти за цялата ТМ.

Решение на *Задача 3*:

Стъпка 1: След въвеждане на аутранкиращия поток (ОСР) и анализ на списъците от

Задача 1 и 2 се определя списъка на ИА потенциални участници в КС.

Стъпка 2: За всеки ИА от списъка се изчислява ОУР.

Стъпка 3: Задава се *полигон на устойчиво развитие*.

Стъпка 4: ИА от списъка от стъпка 1 се позиционират върху *полигона*.

Стъпка 5: Позиционираните върху *полигона* ИА се анализират и формираните групи се описват.

Разработеният модел позволява избор на ИА, които да формират КС върху зададена

ТМ по критерий близки стойност на ОУР (Радева, 2011). За обработка на информацията се използва DSS MKA – 2.

2.2. Модел за оценка на инвестиционната привлекателност на клъстерна структура

Основна цел на модела е подпомагане на избора на инвестиционно най-привлекателната КС от множество дефинирани варианти (алтернативи) на КС.

Този модел е основен елемент от система за подпомагане вземането на решение.

За оценка на ефективността на КС е дефиниран критерий *инвестиционна привлекателност* (Радева, 2008), (Popchev, I. Radeva I., 2004) на КС ($IP_{КС}$).

Инвестиционна привлекателност е интегрална оценка на КС, която характеризира перспективите за нейното развитие, възвръщаемостта на вложените инвестиции, ефективността на използване на активите и взаимодействието с външната среда (пазари, доставчици, клиенти). С други думи $IP_{КС}$ е измерител на икономическия ефект от използване на материални, финансови и нефинансови ресурси при минимално равнище на риска.

Оценката $IP_{КС}$ се получава чрез решаване на многокритериална задача за избор. Процедурата за оценка включва специално разработена система балансиращи показатели (BS_C) (Радева, 2009).

Информационната база за изчисляване на $IP_{КС}$ е *консолидиран бюджет* (КБ), разработен въз основа на съставена програма за дейността на КС.

$IP_{КС}$ е показател, който оценява устойчивата конкурентоспособност на КС.

Устойчива конкурентоспособност на КС е многофакторен, стратегически управляем процес, изграден върху принципите на: системност, комплексна оценка на факторите, управляемост, отчитане на специфични характеристики, ранжиране на показателите по важност, информационната осигуреност, съпоставимост и непрекъснатост.

За построяване на модела предварително са описани три групи процедури:

- Дефиниране на система от показатели за оценка на инвестиционна привлекателност на вариантите на КС;
- Изчисляване на КБ на КС;
- Оценка на инвестиционна привлекателност при условия на безрискова инвестиция.

2.2.1. Система от показатели за оценка на инвестиционна привлекателност на клъстерната структура

Системата от показатели за оценка на инвестиционна привлекателност, която съответства на гореизброените принципи е разработена на базата на подхода *система от балансиращи показатели* (*Balances Score Card, BS_C*) (Kaplan, R.S. and Norton, D.P., 1996) при условията на равновесие между краткосрочни и дългосрочни цели, финансови и нефинансови показатели, вътрешни и външни фактори (Александрова, 2002). BS_C позволява измерване на степента на реализиране на заложените цели и оценка на ефективността на дейността на КС. При построяване на BS_C за $IP_{КС}$ е приложена многокритериална процедура за избор. Изборът на показатели се извършва по критерии: връзка със стратегическата тема (K_1), количествена стойност (K_2), достъпност (K_3), еднозначност (K_4) и балансираност (K_5).

Изборът на показатели в BS_C е итеративна експертна процедура. Основава се върху избраните стратегически цели и стратегически теми (СТ) на КС, отраслови показатели, тенденциите в развитие на отделните вътрешни бизнес процеси и базови оценки на бизнес процесите, свързани с даден продукт/ услуга към момента на структуриране на BS_C .

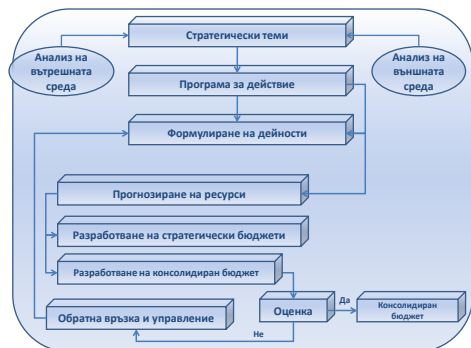
2.2.2. Процедури за разработване на консолидиран бюджет

КБ е съвкупност от стратегически бюджети, разработени по СТ. Разработването на КБ е многостъпкова итеративна процедура, при която се сравняват ефектът от дейността на КС и необходимите разходи на финансови и нефинансови ресурси.

Оценката на *инвестиционната привлекателност* на КБ показва степента на достигане на стратегическата цел на интеграцията. На Фиг. 5. и Фиг. 6. са показани стъпките на стратегическо планиране и процесът на управление, чрез стратегическо планиране.



Фиг. 5 Стъпки на стратегическото планиране



Фиг. 6 Процес на управление чрез стратегическо планиране

За всеки формиран вариант на КС се изчисляват бюджети по СТ, които се обединяват в общ КБ.

Процедурата съдържа осем стъпки:

Стъпка 1: Формулиране на стратегическата цел на КС.

Стъпка 2: Описание на зададената ТМ.

Стъпка 3: Формиране на варианти на КС. Вариантите могат да бъдат:

- Вариант 1: ТМ е непълна и празните звена ще се обслужват от външни за мрежата ИА;
- Вариант 2: ТМ е непълна и празните звена ще бъдат попълнени с ново изградени от КС (собствени инвестиции) ИА. През периода на изграждане на ИА, дейността им ще се изпълнява от външен за мрежата ИА;
- Вариант 3: ТМ е изцяло попълнена с близки по ОУР агенти от полигона на устойчиво развитие;
- Вариант 4: ТМ е непълна и празните звена ще бъдат попълнени чрез превличане на агенти извън групиранияте по ОУР ИА.

Стъпка 4: Избор на планов период за разработване на КБ.

Стъпка 5: Разработване на структура на БС_С.

Стъпка 6: Дефиниране на дейности за реализиране на вариантите на КС.

Стъпка 7: Верифициране на входната информация.

2.2.3. Прогнозиране на консолидиран бюджет

КБ се прогнозира на базата на прогнозни разчети за приходите на КС и обобщените разходи по дейности. Функционална схема е показана на Фиг. 7.



Фиг. 7 Схема за прогнозиране на КБ

Полученият КБ се оценява за допустимост:

- Ако дисконтираният чист паричен поток (ДЧПП) е положителен, КБ се приема за допустим и участва в процедурата за избор на вариант на КС;
- Ако ДЧПП е отрицателен, процедурата за изчисляване на КБ се връща в началото като се прави редукция на дейностите или редукция на разходите за ресурси. Итерациите се повтарят докато ДЧПП стане положителен. Ако балансирането не може да бъде постигнато за 3 - 4 итерации, вариантът се изключва от процедурата за избор.

2.2.4. Оценка на инвестиционна привлекателност при условия на безрискова инвестиция

Оценката на инвестиционна привлекателност на варианта на КС при условия на безрискова инвестиция се определя като интегрална оценка на индикаторите на BS_C .

Процедурата за избор на алтернатива на КС се основава на алгоритмите за многокритериална оценка “линейна комбинация на частните критерии” LINCOM и „максимален гарантиран резултат” MAXIMIN.

Алтернативи a_i са оценяваните варианти на КС. Множеството им се означава с A , $a_i \in A(\forall i)$. Алтернативите се оценяват с числови функции, изходните данни се записват като матрица $\|x_{ij}\|$, където i е номер на алтернатива (номер на ред), j е номер на критерий (номер на стълб), а x_{ij} е оценката на i -тата алтернатива по критерий K_j . Броят на частните критерии е краен.

Методът MAXMIN изисква привеждане на оценките x_{ij} към сравними скали. Като единствена оценка на алтернативата се приема минималната оценка по всички частни критерии. Алгоритъмът извършва наредба като на първо място се подрежда алтернативата, чиято най-лоша оценка е максимална.

Методът се опира на гарантиран резултат, но използва само неголяма част от информацията, която се съдържа в матрицата $\|x_{ij}\|$. Това ограничава неговото използване.

Методът LINCOM се използва, когато всички зададените върху множеството A числови функции (частни критерии) са нормализирани и приведени към един тип (максимизирани). Оценка на алтернативата a_i е $s_i = \sum_j \lambda_j x_{ij}$. Алгоритъмът подрежда алтернативите в ред на ненарастване на числата s_i .

Многокритериалната процедура за оценка на IP_{KC} формира наредба, в която на първо място се класира КБ оценен по BS_C , който съответства на инвестиционно най-привлекателната КС.

Получените резултати се анализират от ЛВР и в случай, че те не удовлетворяват неговите изисквания е предвиден цикъл за внасяне на корекции и повторно изчисляване на КБ. Като правило получените на първата итерация резултати насочват ЛВР към необходимите корекции.

В случай, че полученото решение не удовлетворява ограничителните условия на задачата, итеративната процедура се връща в към процедури за прогнозиране на КБ.

Глава 3. Система за подпомагане на вземането на решение при интеграция на агенти върху зададена мрежа

На база на методичния подход и инструментариум за структурна интеграция на ИА в КС и моделите и алгоритми за оценка на инвестиционната привлекателност на тези структури е разработена DSS „Map-cluster”.

3.1. Общи принципи на изграждане на системи за подпомагане вземането на решения (DSS)

DSS „Map-cluster” е компютърно базирана информационна система от смесен тип.

Проектирането е извършено в съответствие с изградени правила и процедури за процеса на структурна интеграция на ИА и оценка на качеството на вариантите на КС.

3.2. Оценка на риска при взимане на решения за избор

Изборът на инвестиционно най-привлекателен вариант на КС е решаване на многокритериална задача за избор при интегрален критерий *инвестиционна привлекателност на КС в условия на риск* IP_{RISK} . Компоненти на този интегрален критерий са:

- IP_{KC} без отчитане на риска;
- IP_{KC} с директно отчитане на риска по метода NPV ;
- IP_{KC} с директно отчитане на риска по метода IRR ;
- IP_{KC} с директно отчитане на риска по метода σ .

Интегралната оценка по критерий *инвестиционна привлекателност на КС в условия на риск* е линейна комбинация от оценките по частните критерии.

За правило на трансформиране на оценките IP_{KC} е избран принципът на адитивна полезност на вариант на КС A_i , която е оценена по множество от критерии.

В общия случай оценката на всеки вариант A_i на КБ, като скаларна величина, се изчислява по формулата:

$$IP_{KC} = \sum_{j=1}^m d_{ij}w_j, \forall i = \overline{1, n}, \forall j = \overline{1, m}$$
$$w_j > 0, \sum_{j=1}^n w_j = 1$$

където:

d_{ij} са оценките на i -тия вариант по j -тия критерий (цел);

w_j е тегловен коефициент по j -тия критерий.

При прилагане на процедурите за вземане на решения за избор на КС има два подхода по отношение на влиянието на риска.

Първи подход: решението се взима при индиректно отчитане на риска чрез дисконтиране на чистия паричен поток на КБ при презумпция за безрискова инвестиция. В приложни задачи, подобен подход рядко дава коректно решение. Този подход е описан в глава 2.

Втори подход: решението се взима след изследване на рисковите фактори.

Начините на включване на риска в процедурите за избор са представени на Фиг. 8.



Фиг. 8 Начини на включване на риска в процедурите за избор

За директно изследване на риска в практиката най-често се използват динамични методи, които отчитат стойността на парите във времето.

За решаване на приложни задачи, най-често се препоръчват използването на методите NPV (Александрова, 2012), IRR и σ .

За индиректно изследване на риска най-широко разпространение има методът, който използва сравнение с безрисков еквивалент и чрез дисконтов фактор.

При прилагане на метода NPV като основен индикатор за проявяването на риска в КС се използва КБ (глава 2).

Анализът на риска на вариантите на бюджет A_i цели количествено определяне на неопределеността на факторите, които влияят върху избора на алтернатива на КС. Изхождайки от приоритета на целите на интеграцията, необходимо е рискът да се оцени по отношение на показателите със синтетичен характер: NPV, IRR, σ . (директно отчитане на риска).

За изследване на риска се прави матрица на сценариите (Таблица 4).

Таблица 4 Матрица на сценариите²

Параметри $A_{i,n}$	Вер. $p_{i,n}$	С-ст на $NCF_{i,n}$	$NPV_{i,n}$ $= (NCF_{i,n} - K^0_{i,n}) \cdot p_{i,n}$	$NPVi$ (интегрирано) $= \frac{\sum_{m=1}^k NPV_{i,m}}{m}$
Вариант $A_{1,1}$ (оптимистичен)	$P_{1,1}$	$NCF_{1,1}$	NPV_{1O}	
Вариант $A_{1,2}$ (реалистичен)	$P_{1,2}$	$NCF_{1,2}$	NPV_{1R}	
Вариант $A_{1,3}$ (песимистичен)	$P_{1,3}$	$NCF_{1,3}$	NPV_{1P}	
NPV (интегрирано)				NPV_i $= \frac{(NPV_{1,1} + NPV_{1,2} + NPV_{1,3})}{3}$
...				
A_i				
...				
Вариант $A_{n,1}$ (оптимистичен)	$P_{n,1}$	$NCF_{n,1}$	NPV_{nO}	
Вариант $A_{n,2}$ (реалистичен)	$P_{n,2}$	$NCF_{n,2}$	NPV_{nR}	
Вариант $A_{n,3}$ (песимистичен)	$P_{n,3}$	$NCF_{n,3}$	NPV_{nP}	
NPV (интегрирано)				NPV_n $= \frac{(NPV_{n,1} + NPV_{n,2} + NPV_{n,3})}{3}$

* K^0 – инвестиции

IRR се изчислява по формулата:

$$IRR = r_1 + (r_2 - r_1) \frac{NPV_{r_1}}{NPV_{r_1} - NPV_{r_2}}$$

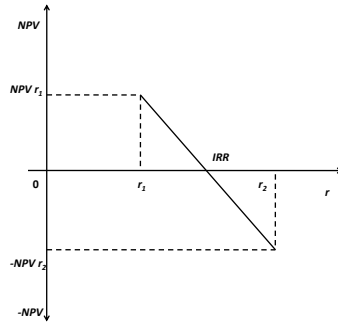
където:

r_1 е норма на възвръщаемост, при която NPV_{r_1} е положително число;

r_2 е норма на възвръщаемост, при която NPV_{r_2} е отрицателно число;

Графично IRR се определя както е показано на Фиг. 9:

² За реалистичен сценарий се използва КБ при безрискова инвестиция (глава 2). Оптимистичният и песимистичният варианти се разработват експертно на база реалистичния сценарий. Експертно се посочват и вероятностите за реализиране на тези сценарии.



Фиг. 9 Графично определяне на IRR

Съответно за k различни икономически ситуации се използват формулите:

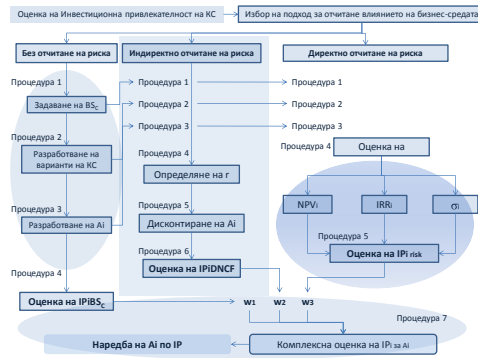
$$\begin{aligned}\overline{NCF} &= \sum_{n=1}^k NCF_n \cdot p_n; \\ \sum_{n=1}^k p_n &= 1; \\ \sigma &= \sqrt{\sum_{n=1}^k (NCF_n - \overline{NCF})^2 \cdot p_n} \text{ и} \\ \sigma^L &= \sqrt{\sum_{n=1}^k (NCF_n - \overline{NCF})^2 \cdot n^{-1}}\end{aligned}$$

Съгласно принципът на недостатъчното основание $p^L = \frac{1}{n}$.

За оценка на инвестиционната привлекателност на варианта на КС се използва комплексна оценка, изчислена като линейна комбинация от оценките, получени по различните методи (без отчитане на риска с индиректно и директно отчитане на риска).

Функционалната схема на изчислителната процедура е показана на Фиг. 9.

За изчисляване на IP_{risk} примерната матрица 4x4 е дадена като Таблица 4.



Фиг. 10 Процедури за оценка на инвестиционна привлекателност на вариантите на KC

Оценките IP_{iBSC} , IP_{iDBSC} и IP_{irisk} на вариантите на KC се подреждат в Таблица 5.

Таблица 5

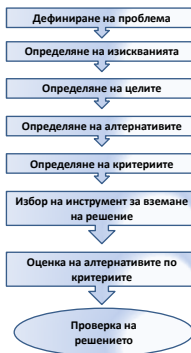
K_j	IP_{iBSC}		IP_{iDNCF}		IP_{irisk}		IP_i
A_i	w_1	IP_{iBSC}	w_2	IP_{iDNCF}	w_3	IP_{irisk}	$IP_i = w_1 \cdot IP_{iBSC} + w_2 \cdot IP_{iDNCF} + w_3 \cdot IP_{irisk}$
A_1							
...							
A_i							
...							
A_n							

* w_i – тегловен коефициент

Въз основа на оценките от Таблица 5 и „тегла“, инвестиционната привлекателност IP_i се изчислява като линейна комбинация от частните оценки. Вариантите на KC се нареждат по степен на намаляване на IP_i .

3.3. Методичен подход за проектиране на DSS

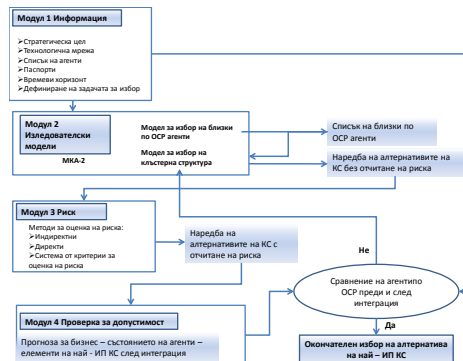
Методичен подход за изграждане на DSS за подпомагане вземането на решение за избор на KC е показана на Фиг. 11.



Фиг. 11 Обобщена структурна схема на процеса на вземане на решение

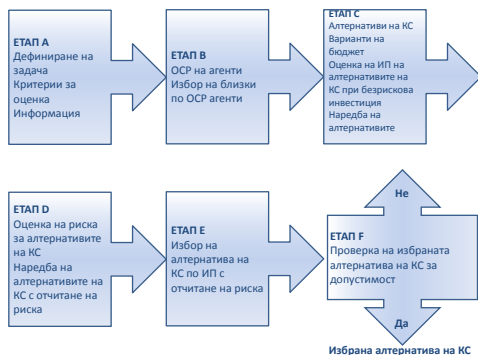
3.4. Структура на DSS “MAP-cluster”

DSS “MAP-cluster” е изградена на модулен принцип (Popchev, I. Radeva I, 2006). Структурна схема на системата е показана на Фиг. 12.



Фиг. 12 Структурна схема на „MAP-cluster”

Подходът към изграждане на КС е структуриран в шест етапа. На Фиг. 13 е показана основната схема на процеса.



Фиг. 13 Основна схема на процеса на изграждане на КС

Глава 4. Експериментално решение

За проверка на работоспособността на инструментариума (алгоритми и модели) за решаване на задача за избор на инвестиционно най-привлекателна КС е проведен експеримент, който има за цел да верифицира предлагания подход, да оцени коректността на изчислителните процедури и функционалната пригодност на DSS “Map-cluster” в приложни задачи от икономиката.

Използваните обобщения и решения са получени при изпълнение на реални проекти.

4.1 Тестов пример

Задача: Върху предварително зададена ТМ от смесен тип за производство и реализация на зеленчукови консерви да се избере множество от близки по ОУР ИА, да се формират варианти на КС и от тях да се избере инвестиционно най-привлекателен вариант.

Изпълнени са следните процедури:

Процедура 1. Описание на ТМ;

Процедура 2. Съставяне на списък на ИА;

Процедура 3. Съставяне на „паспорти” на ИА;

Процедура 4. Конструирание на система от критерии за ОСР на ИА.

Процедура 5. Изчисляване на показатели;

Процедура 6. Оценка на състоянието на развитие на агентите от т. 2.;

Процедура 7. Позициониране на ИА върху полигона на устойчиво развитие;

Процедура 8. Дефиниране на варианти на КС и избор на инвестиционно най-привлекателен вариант.

Дефинирани са два варианта на КС:

Вариант 1: КС от 8 избрани ИА (процедура 6 и 7), които запълват четири възела от ТМ, а в петия празен възел, КС използва външна услуга.

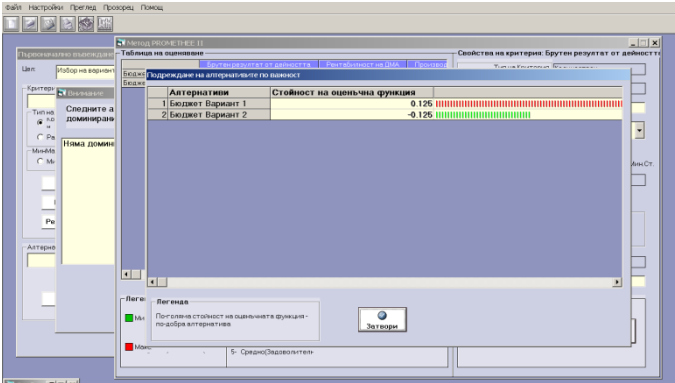
Вариант 2: КС от 9 агента, 8 от които разпределени по възлите на ТМ, а петият празен възел се запълва от ново изграден от КС елемент.

Двата варианта на КБ са допустими за формиране на КС.

4.2. Оценка на инвестиционната привлекателност на вариантите на кълъстерна структура

Оценките на инвестиционна привлекателност на вариантите на КС са направени със и без отчитане на риска.

При подхода без отчитане на риска, след оценка на КБ по BS_C с DSS MKA – 2 по метода PROMETHEE II е получена следната наредба (Фиг. 13):



Фиг. 14

Резултатите показват, че на първо място е класиран консолидиран бюджет на вариант 1.

При подхода с отчитане на риска вариант 1 на КС също е на първо място и е инвестиционно по-привлекателен от вариант 2 (Таблица 6):

Таблица 6

Нормализирани стойности	NPV (max)	IRR (max)	σ (min)	σ^L (min)	s_j	t_j	s_j^L	t_j^L
Бюджет 1	1.00	1.00	0.64	0.60	0.81	0.12	0.81	0.15
Бюджет 2	0.67	0.27	1.00	1.00	0.76	0.05	0.74	0.07
λ_j	0.3	0.2	0.3	0.2				
λ^L	0.25	0.25	0.25	0.25				

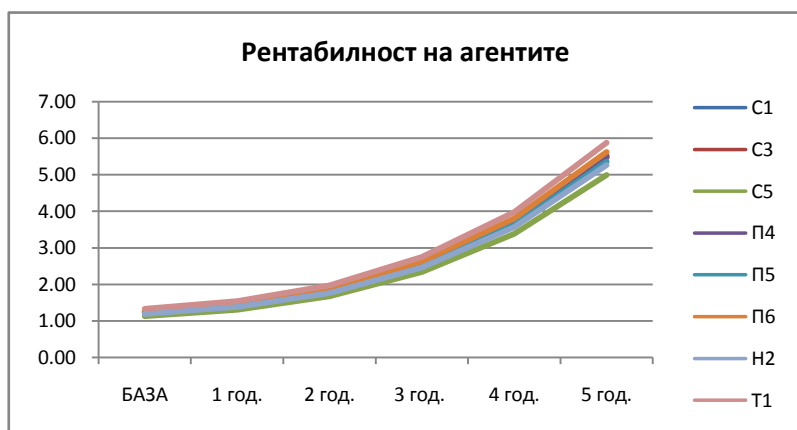
където:

- λ_j - тегловни коефициенти;
- λ^L - тегла на критериите при използване на принципа на Лаплас;
- s_i - оценки на КБ по метода LINCOM;
- s_i^L - оценки на КБ по метода LINCOM по Лаплас;
- t_i - оценки на КБ по метода MAXIMIN;

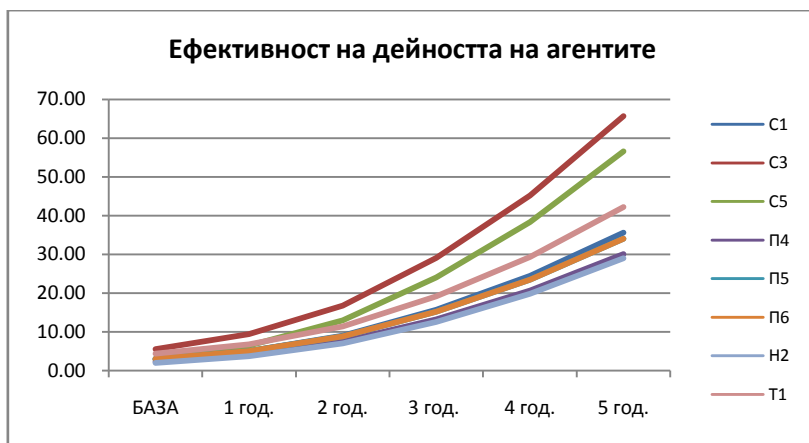
t_i^L - оценки на КБ по метода MAXIMIN по Лаплас.

За окончателен избор на вариант на КС, в DSS „Map-cluster” е предвидена процедура за проверка за изпълнението на следното условие: нито един ИА в КС, да не е влошил състоянието си на развитие след клъстеризация. Проверката е направена по три показателя: рентабилност, ефективност на дейността и ефективност на ДА.

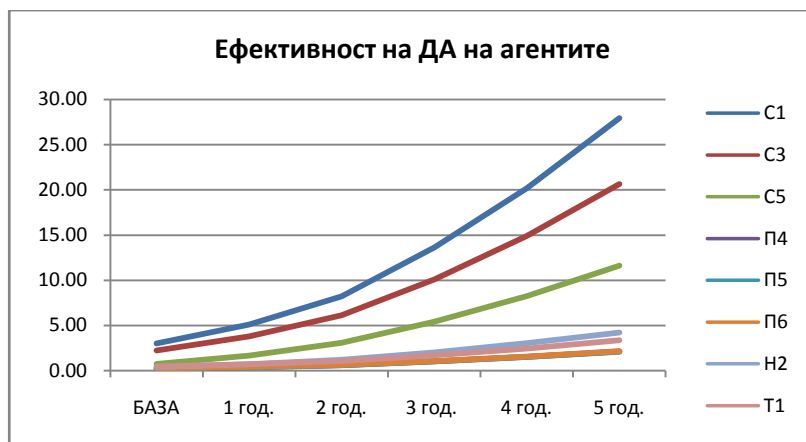
За целта е направена прогноза за състоянието на развитие на всички ИА, които принадлежат към вариант 1 на КС за петгодишен прогнозен период. Изчисленията показват, че за прогнозния период ИА са подобрили състоянието си на развитие. Резултатите са показани на Фиг. 14 - 16.



Фиг. 15



Фиг. 16



Фиг. 17

В общия случай, ако резултатите от проверката показват, че поне един ИА влошава състоянието си на развитие, процедурата за избор на вариант на КС се връща към процедурата за дефиниране на нови варианти.

Анализът се извършва върху *полигона за устойчиво развитие*, след което може да се вземе решение за промяна на списъка на ИА, в това число и дефиниране на нова стратегия

за формиране на вариантите на КС.

Анализът на получените резултати, проверката на разработения инструментариум (модели и алгоритми) и работата със системата за подпомагане вземането на решение показва коректността на предлагания подход и работоспособността на моделите и алгоритмите за избор на инвестиционно най-привлекателна КС.

Разработената система позволява използването на стандартни софтуерни продукти и може да се реализира и като специализиран софтуерен продукт.

Изводи

Проведените експерименти потвърдиха работоспособността на предложените принципи и процедури за решаване на задача за избор на инвестиционно най-привлекателна КС, изградена от близки по оценки на състоянието на развитие ИА, позиционирани върху зададена ТМ от смесен тип за производство на продукти/ услуги.

Тестовият пример показва коректност на получените решения и сравнителна функционалност при използване на DSS “MAP -cluster”.

Получените резултати в дисертационния труд позволяват да бъдат очертани по нататъшни изследвания:

- Изследване на индустриалната среда и нейното въздействие върху КС като основното внимание да се концентрира върху размитостта на средата като характеристика при оценката на инвестиционната привлекателност;
- Повишаване на функционалността и коректността на инструментариума, чрез изследване и оценка на синергичния ефект при клъстеризация на ИА при условия на доброволно сдружаване;
- Разработване на подходящ инструментариум за активно управление на риска в КС.

Авторска справка

Основните научни и научно-приложни приноси на настоящата дисертация са:

1. За решаване на основния проблем на изследването е предложена концепция за интеграция на ИА върху ТМ от смесен тип. Концепцията систематизира известни теоретични и практически подходи за изграждане и идентифициране на икономически клъстери.
2. Предложен е инструментариум (модели и алгоритми), който позволява да бъде направен избор на ИА, да бъдат генерирани алтернативни варианти, да бъде оценена инвестиционната привлекателност и да бъде решена задачата за избор на инвестиционно най-привлекателна КС.
3. Приложен е подход за оценка на риска при изграждане на КС чрез обединяване на методи за директно и индиректно отчитане на риска.
4. Конструирана е система за подпомагане вземането на решение за структурна интеграция на икономически агенти върху технологична мрежа от смесен тип и избор на вариант на клъстерна структура. Системата включва три модела и програмни продукти за многокритериален избор: модел за избор на икономически агенти, модел за избор на клъстерна структура при безрискова инвестиция и модел за избор на клъстерна структура при индиректно и директно отчитане на риска.

5. Системата за подпомагане вземането на решения е експериментирана върху практически пример, което доказва нейната работоспособност и възможности за развитие.

Благодарности

Накрая бих искала да благодаря на всички, които ми помогнаха по време на подготовката на този дисертационен труд.

Библиография

1. Bergman, E.M. and Feser, E.J. (1999). *Industrial and Regional Clusters: Concepts and Comparative Applications*. WVU Regional Research Institute.
2. Brans, J. P. (1994). The PROMCALC & GAIA Decision Support System for Multicriteria Decision Aid. *Decision Support System* (12), 297-310.
3. Buckley, J. (1989). A fuzzy ranking of fuzzy numbers. *Fuzzy Sets and Systems* (33), 119-121.
4. Chen, Ch.B., and Klein, C.M. (1994). IEEE Conf. on SMC. *Fuzzy ranking methods for multi-attribute decision making* (стр. 475-480). San Antonio, USA: IEEE.
5. Copland, T., Koller, T., Murrin, J. (2002). *Valuation: Measure and Managing the Value of Companies*. New York: John Wiley.
6. Dyer, J. (2004). MAUT: Multiattribute Utility Theory. (S. G. J. Figueira, Ред.) *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*, 265-285.
7. Ehrgott, M., Wiecek M. (2004). Multiobjective Programming. *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*, 667-722.
8. Gardiner, L. a. (1997). Interactive Multiple Criteria Procedures: Some Reflections. *Multicriteria Analysis (J. Climaco, Ed.)*, 290-301.
9. Herrera, F., and Herrera-Viedma, E. (1997). Aggregation operators for linguistic weighted information. *IEEE Trans. Sys. Man Cybern* (27), 646-656.
10. Herrera, F., and Herrera-Viedma, E. (2000). Choice functions and mechanisms for linguistic preference relations. *European J. Oper. Res.* (120), 144-161.
11. Herrera, F., and Herrera-Viedma, E. (2000). Linguistic decision analysis: steps for solving decision problems under linguistic information. *Fuzzy Sets and Systems* (115), 67-82.
12. Innovation.bg. (2004). *Innovation.bg*, 6 (7).
13. Jacob, J. (2000). *The Nature of Economies*. N.Y.
14. Kaplan, R.S. and Norton, D.P. (1996). *The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action*. Harvard Business Press.
15. Korhonen, P. (1987). VIG - A Visual Interactive Support System for Multiple Criteria Decision Making. *Belgian Journal of Operations Research, Statistics and Computer Science*, 1 (27), 3-15.
16. Miettinen, K. and Makela M.M. (2002). On Scalarizing Functions in Multiobjective Optimization. *Spectrum* (24), 193-213.
17. Miettinen, K. (1999). *Nonlinear Multiobjective Optimization*. Boston: Kluwer Academic

Publishers.

18. Narula, S. C. and Vassilev, V. (1994). An Interactive Algorithm for Solving Multiple Objective Integer Linear Programming Problems. *European Journal of Operational Research* (79), 443-450.
19. OECD. (2005). *OECD*. Изтеглено на 05 04 2012 г. от OECD Home: <http://www.oecd.org/dataoecd/7/8/35136722.pdf>
20. Peneva, I., I. Popchev. (2010). Fuzzy Multi-Criteria Decision Making Algorithms. *Comptes rendus de l'Academie des Sciences* , 63 (7), 979-991.
21. Peneva, V. a. (2008). Fuzzy criteria importance with weighting functions. *Compt. Rend. Acad. Bulg. Sci.* (61(3)), 293-300.
22. Peneva, V. I. (2007). 6. *Fuzzy Optimization and Decision Making* (6), 351-365.
23. Peneva, V., and Popchev, I. (2001). Aggregation of fuzzy numbers in a decision making situation. *Cybernetics and Systems* (32(8)), 821-835.
24. Peneva, V., and Popchev, I. (2003). Properties of the aggregation operators related with fuzzy relations. *Fuzzy Sets and Systems* (139 (3)), 615-633.
25. Peneva, V., I. Popchev. (1998). Comparison of cluster from fuzzy numbers. *Fuzzy Sets and Systems* (97(1)), 75-81.
26. Popchev, I. Radeva I. (2006). A Decision Support Method for Investment Preference Evaluation. *Cybernetics and Information Technologies* (55), 3 – 16.
27. Popchev, I. Radeva I. (2004). An Investment Preference under Incomplete Data. *International IFAC Workshop DECOM-TT* (стр. 243 – 248). Bansko: IFAC.
28. Popchev, I., I. Radeva. (November 2007). MAP-Cluster: An Approach for Latent Cluster Identification. *IFAC CEFIS 2007: Synergy of Computational Economics and Financial and Industrial Systems*, (стр. p.p. 63-67.). Istanbul.
29. Porter, M. (1998). *On Competition, Clusters and Competition: New Agendas for Companies, Governments, and Institutions*. . Boston: Harvard Business School Press.
30. Roubens, M. (1997). Fuzzy sets and decision analysis. *Fuzzy Sets and Systems* (90), 199-206.
31. Roy, B. (1989). Main sources of inaccurate determination, uncertainty and imprecision in decision models. *Mathematical and Computer Modeling* (12), 1245-1254.
32. Roy, B. (1996). *Multicriteria Methodology for Decision Aiding*. Kluwer.
33. Steuer, R. (1986). *Multiple Criteria Optimization: Theory, Computation, and Applications*. John Wiley & Sons, Inc.,
34. Vansnick, J. (1986). On the Problem of Weights in Multiple Criteria Decision Making (the noncompensatory approach). *European Journal of Operational Research* (24), 288-294.
35. Vassilev, V. N. (1993). A Reference Direction Algorithm for Solving Multiple Objective Integer Linear Programming Problems. *Journal of the Operational Research Society*, 44, 12, 1201–1209, , 12 (44), 1201-1209.
36. Vassilev, V., S. Konstantinova. (2005). Multicriteria Macroeconomic Ranking of Two Groups of European Countries by Decision Support System MKA-2. *International Workshop Proceedings "Distributed Computer and Communication Networks"*, (стр. 153-164). Bulgaria, Sofia.
37. Vincke, P. (1992). *Multicriteria Decision-Aid*. New York: John Wiley & Sons.
38. Wierzbicki, A. P. (1980). The Use of Reference Objectives in Multiobjective

- Optimization. *Multiple Criteria Decision Making: Theory and Application. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems* (G. Fandel and T. Gal, Eds.) , 117, 468-486.
39. Zadeh, L. (1971). Similarity relations and fuzzy orderings. *Inform. Inform. Sci.* (3), 177-200.
40. Авдони́на, С. (2012). Синергический эффект кластерных образований и параметры его оценки. *Региональная экономика и управление: электронный журнал* , 1 (29).
41. Александрова, М. (2012). Варианти на прилагане на метода на нетната тастояща стойност за оценка на финансовата ефективност на инвестиционни проекти. *ИДЕС* (2), 22-42.
42. Александрова, М. (2002). *Финансови критерии и техники за оптимизация на инвестиционния избор в реални активи*. София: Тракия М.
43. Василев, В. (2005). *Интерактивни методи и системи за многокритериална оптимизация и многокритериален анализ. Хаби́тацио́нен труд за стари́и научен сътрудник I ст. по научна специалност 02.21.10 "Приложение на принципите и методите на кибернатиката в различни области на наука"*. София: ИИТ - БАН.
44. Велев, М. (2007). *Клъстерен подход за повишаване на конкурентоспособността*. София: Софттрейд.
45. ЕС. (22 Май 2012 г.). Предложение за регламент на Европейския парламент и на Съвета за създаване на програма за конкурентоспособност на предприятията и за МСП COSME(2014-2020). *Междунституционално досие 2011/0394 (COD)* . Брюксел.
46. Радева, И. (2008). Многоетапна схема за оценка на инвестиционна привлекателност. От *Финансови иновации. Изследвания и практики*. (стр. 135 – 155.). София: Издателство на НБУ.
47. Радева, И. (2009). Научно – практическа конференция „Корпоративните финанси днес и утре”, Нов Български Университет. *Използване на система от балансирани показатели при многокритериална оценка на инвестиционната привлекателност* (стр. 162-175). София: Нов Български Университет.
48. Радева, И. (2011). Проектиране на икономически клъстери. *Автоматика и информатика* (4), 48 – 52.