

Виклюк Ярослав Ігорович
доктор технічних наук, доцент
Буковинський університет

СУЧАСНИЙ СТАН МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ В ТУРИСТИЧНОЇ ГАЛУЗІ (ОГЛЯД)

Актуальність дослідження

Туризм є однією з найпотужніших, високоприбуткових галузей багатьох країн світу. У сфері туризму задіяні понад 250 млн. осіб. Це складає 10% всіх працівників світу. На долю туризму припадає 7% від загальної кількості інвестицій, 11% світових витрат, 5% всіх податкових надходжень і третина світової торгівлі послугами [1]. Туризм впливає на такі ключові сектори господарства, як транспорт і зв'язок, торгівля, будівництво, сільське господарство, виробництво товарів народного споживання тощо, а також виступає як каталізатор соціально-економічного розвитку. За прогнозами спеціалістів ХХІ століття має стати віком туризму.

Функціонування туристичної галузі є надзвичайно складним процесом, де задіяні сили різної природи. Для оптимального керування складними системами необхідно використовувати математичний апарат. Зрозуміло, що неможливо однією математичною моделлю описати всі функціональні процеси. Нині розроблено велику кількість математичних моделей та методів, що дозволяють оптимізувати функціонування та розв'язувати задачі складових компонентів туристичної сфери.

Для розв'язання зазначених задач на практиці використовується математичний апарат з різних галузей математики. Зокрема: методи геоінформаційного подання й опрацювання інформації, системний аналіз, математичні фрактали і фрактальна розмірність, клітинні автомати, кластерний аналіз, адитивні та мультиплікативні моделі, методи економетрії, теорія ігор, метод аналізу ієрархій, імітаційне моделювання, статистичні методи, фізико-математичні моделі, гравітаційні моделі, диференціальні

моделі, нечітка логіка, нейронні мережі, оптимізаційні моделі, термодинамічні моделі.

Мета дослідження: узагальнити методи математичного моделювання, що використовуються в світовій практиці при прийнятті рішень в туристичній галузі.

Аналіз літературних джерел, показав, що найбільша доля наукових досліджень припадає на оглядові праці [2-12]. У цих роботах здійснюється якісний аналіз перспектив розвитку туристичної галузі, можливості й аплікації інформаційних систем. Як правило, такі роботи стосуються задач, які складно формалізуються і складні для застосування математичних методів.

Вхідними параметрами більшості математичних моделей є дані, пов'язані з ландшафтом, інфраструктурою, урбанізацією тощо. Крім того, основні результати подаються як прошарок ГІС. Це зумовлює високу популярність геоінформаційних систем при моделюванні туризму [13-17].

Як було показано вище, туристична галузь є складною та відкритою системою. Для опису та моделювання таких систем широко використовуються методи системного аналізу. Це твердження підкріплюється значною кількістю робіт, в яких використовується відповідний апарат [2, 18-22].

Відсутність чіткого методологічного підходу до моделювання складних процесів у туристичній галузі приводить до того, що багато науковців використовують прості лінійні методи для їх математичного опису. Як правило адитивні та мультиплікативні моделі характеризуються невисоким ступенем адекватності та точності. Однак вони використовуються на рівні з методами системного аналізу та ГІС [7, 23-28].

Використання в моделях якісних показників і показників з різними ймовірнісними розподілами унеможлиблює використання класичного математичного апарату. Імітаційні моделі дозволяють програти в часі різні аспекти функціонування складних систем [29]. Як відомо, аналогічні

експерименти на реальних об'єктах можуть привести до незворотних негативних наслідків. На сьогодні переважна більшість туристичних фірм не використовує методів імітаційного моделювання. До останнього часу це було виправдано низьким рівнем конкуренції. Однак в умовах конкуренції все більше підприємств намагаються застосовувати наукові методи моделювання для імітації та оптимізації функціонування різних аспектів діяльності фірм. Імітаційне моделювання використовується для моделювання рекреаційних потоків туристичних систем, оптимізації функціонування туристичних фірм [30], моделювання інвестиційних потоків і визначення рівня дивідендів, моделювання впливу якісних показників (наприклад, зміна законодавства) на грошові та тіньові потоки туристичної фірми [31], моделювання процесів взаємодії людина-довкілля.

Як було зауважено вище, прийняття рішень у туристичній галузі залежить від якісних вхідних параметрів і базується на попередньому досвіді функціонування або досвіді експертів. Такий клас задач розв'язується методами SoftComputing, зокрема за допомогою математичного апарату нейромереж і нечіткої логіки [32-37]. Для таких методів необхідно мати великі бази знань. Нині цей апарат використовується в широкому спектрі задач, зокрема визначенні оптимального переліку та якості послуг, виборі оптимального відпочинку рекреанта за допомогою нечітких запитів, визначенні стану розвитку регіонів, визначенні ризиків, оціненні потенціалу територій, прогнозуванню попиту, моделюванні інвестиційної привабливості територій [34], визначенні атрактивності територій із врахуванням сезонності [35] тощо.

Одним з передових напрямів наукових досліджень складних систем є фрактальний аналіз. Фрактали присутні всюди в нашому світі і відіграють істотну роль, у тому числі, і в структурі урбанізованих систем і часових рядах, які локально випадкові, але глобально детерміновані. На практиці використовуються як математичні стохастичні фрактали, так і фізичні, отримані апаратом клітинних автоматів. Вченими використовуються методи

фрактального аналізу для моделювання просторових урбанізованих систем, взаємодії людина-природа, оптимізації транспортних сполучень, моделюванні екології [17, 20, 40-43].

Невисокої популярності в туристичні галузі набув кластерний аналіз. В основному він використовується для визначення сегментів і потреб рекреантів, набору послуг і сегментації природних ресурсів [44-46]. У деяких роботах методи сегментації є, як частиною методики. Зокрема у статті [46] метод опорних векторів використовувався для визначення ймовірності урбанізації території, що є частиною Cellular Urban Model.

Класичні математичні економетричні методи [47, 48], як правило, характеризуються складністю математики та відсутньою методологією отримання вхідних параметрів моделі. Вони спрямовані на вирішення окремої ідеальної ситуації, яка в реальності рідко трапляється. Тому такі методи не є поширеними на практиці.

Нині найбільш популярними в соціальних сферах є методи математичної статистики, які дозволяють отримати макропоказники розвитку регіонів і галузі загалом. Однак, як відомо [49], ці методи відсіюють приховані залежності і є непридатними для моделювання малих і новостворених туристично-рекреаційних комплексів (ТРК). Оптимальне їх використання в державних органах, ТРК та інвесторами для отримання загального стану галузі та якісного аналізу перспектив розвитку.

Оптимізаційні моделі є одними з найбільш необхідних при прийнятті рішень. Такі моделі містять цільову функцію, змінні рішення й обмеження. У багатьох випадках змінні рішення в туристичній галузі є якісними величинами. Зокрема: вподобання рекреанта, психологічні та фізичні характеристики об'єктів, платоспроможність, атрактивність території. Такі величини описуються апаратом нечіткої логіки. А, отже, і цільова функція, як правило, є нелінійною. Це, своєю чергою приводить до появи локальних екстремумів в області Парето. Як оптимізаційні методи для таких задач доцільно використовувати генетичні алгоритми [50]. У багатьох

оптимізаційних задачах обмеження визначаються через статистичні показники всіх об'єктів туристичної сфери. Зокрема: рекреаційні потоки, навантаження на територію тощо. Відсутність швидкого та легкого доступу до будь-якої інформації з туристичної сфери робить ці методи неефективними. Як показав аналіз, оптимізаційні методи були використані лише в одній роботі, пов'язаній з моделюванням туризму.

Сьогодні з'являється все більше робіт, які використовують нові нетрадиційні методи при прийнятті чи оптимізації рішень. Зокрема у статті [51] пропонується новий тип мережі, що використовує туристичні потоки замість дротів (чи інших засобів зв'язку) для обміну пакетами інформації між пристроями. Це новий тип мережевої інфраструктури має ряд переваг, таких, як низька вартість і масштабованість, а також відкриває дорогу для численних нових видів сценаріїв застосування.

Останнім часом великої популярності набувають фізичні моделі [52, 53]. Основною ідеєю цих моделей є пошук аналогій у функціонуванні соціально-економічних систем та фізичних об'єктів. До таких моделей можна віднести гравітаційні моделі [54], моделі Ізінга [55, 56], термодинамічні моделі [57], моделі фрактального росту [58], клітинні апарати [59], молекулярну динаміку [60], квантову економіку [61] тощо. Особливістю цих моделей є те, що вхідні параметри являють собою фундаментальні властивості об'єктів. Деякі з них визначаються за допомогою апарату нечіткої логіки. Інші являють собою кількісні величини, які можна отримати з довідників або статистичних розрахунків. До останніх можна віднести інформацію з ГІС (полілінії доріг, координати об'єктів, характеристики рельєфу). Знання фундаментальних властивостей та методології перенесення фізичних законів на об'єкт дослідження дозволяє прогнозувати, оптимізувати та приймати рішення в складних системах, зокрема при визначенні потоків рекреантів [61], моделюванні геометрії розвитку інфраструктури регіонів [57], моделюванні самоорганізації систем [62], визначенні інвестиційних і грошових потоків систем різного рівня [61, 63,

64], визначенні макропоказників системи з використанням квантових елементарних станів системи [62].

Зазначимо, що туризм в українській науці відноситься до галузі економічних наук. Тому більшість досліджень має якісний та узагальнювальний характер [65]. Із математичного апарату найбільш вживаним у них є методи маркетингового дослідження, оптимізаційні та лінійні моделі [66].

Узагальнюючи вищевказане, можна констатувати, що математичні методи та моделі застосовуються для розв'язування таких класів задач в туризмі:

задачі визначення потреб туриста – визначення потреб рекреантів, оптимізація пошуку інформації, створення інформаційних систем і туристичних гідів;

задачі керування суб'єктами туристичної діяльності – визначення переліку послуг, оптимізація функціонування, визначення ризиків, планування персоналом, створення інформаційних систем;

задачі збереження природних та історико-культурних ресурсів – визначення потенціалу територій, задачі екології, збереження флори та фауни, радіаційний захист, кадастр та оцінка ресурсів, створення інформаційних систем;

задачі взаємодії людина – природа – вплив таких факторів, як чистота повітря, популяцій живих тварин, якості води, вірусних інфекцій, каменепадів, вулканізму та клімату на туристичні потоки, створення інформаційних систем;

задачі взаємодії турист – суб'єкт туристичної діяльності – оптимізація якості послуг, прогнозування попиту, оптимізація повітряного й автомобільного транспорту, використання Internetу у туризмі, оптимізація набору послуг, оптимізація розташування, прогнозування повторного відпочинку рекреанта;

задачі взаємодії суб'єктів туристичної діяльності – природа – зміни клімату, вплив людської діяльності на стихійні лиха, просторовий розподіл повеней, осушення боліт, опріснення води, урбанізація території та розвиток міст, моделювання ландшафту, вплив вирубування лісів на екологію, вплив транспортних мереж на екологію, перетворення природних ресурсів і відходів в енергоносії, взаємодія природа-інфраструктура;

задачі взаємодії турист – туристична фірма – природа – поширення нафтових плям, забруднення територій важкими металами, створення екоостровів, взаємодія природа-людина-інфраструктура та створення інформаційних систем;

задачі визначення впливу держави на туризм – визначення конкурентноздатності регіонів, визначення впливу податкового тиску на туристичні потоки, визначення стратегій розвитку, задачі прогнозування, визначення якості функціонування держслужб, визначення перспектив розвитку, законодавча база, розроблення та впровадження систем підтримки прийняття рішень, створення інформаційних систем;

задачі оптимізації роботи туристичних агентств – оптимізація вибору відпочинку, створення інформаційних систем.

Вищезазначені класи задач зручно зобразити у вигляді діаграми Вена (рис. 1). Позначимо множину потреб окремого рекреанта (R), множину послуг суб'єкта діяльності (F) і множину природних ресурсів та історико-культурної спадщини конкретної географічної точки (N) у вигляді кіл. Це дозволяє структурно зобразити взаємодію компонентів туристичної сфери. Перетин $R \cap N$ визначає множину задоволених потреб рекреанта при відвідуванні природного чи історико-культурного об'єкту. Яскравим прикладом є так званий «дикий» туризм, при якому рекреант задовольняє свої потреби суто від природних ресурсів чи історико-культурної спадщини. Наприклад, похід з наметом в гори, сплавання на власному каяці чи катамарані гірською річкою, відвідування руїн замку тощо. Фактично такий перетин окреслює коло задач, складовими якого є «задачі взаємодії людина –

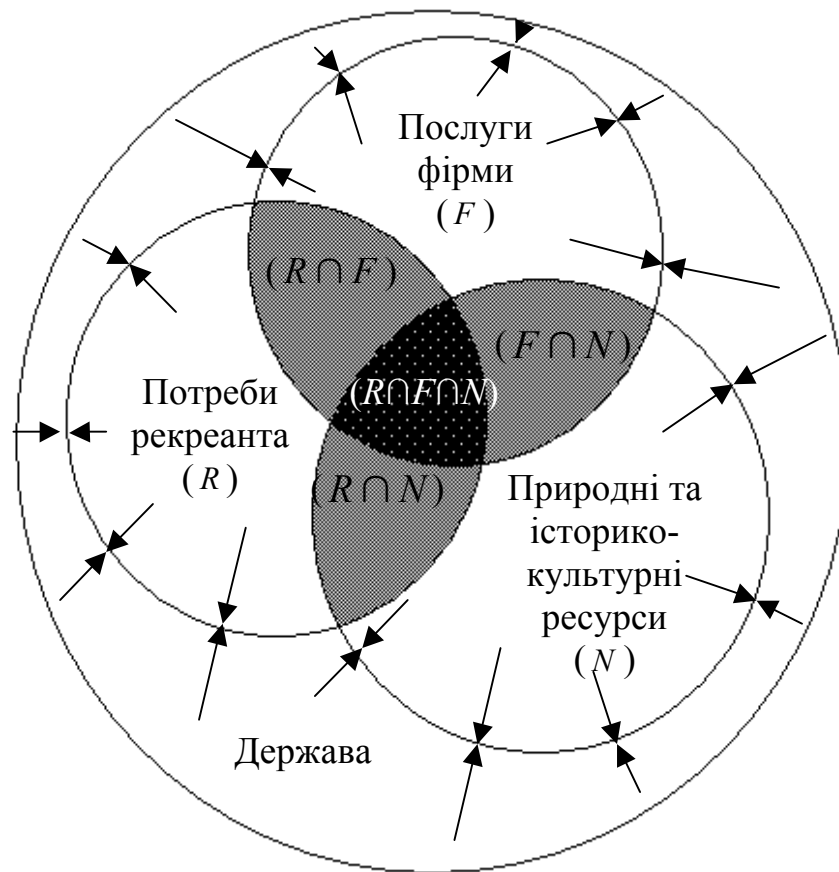


Рис.1. Взаємодія компонентів туристичної галузі.

природа». Із попереднього аналізу стає зрозумілим, що не зважаючи на різноманіття різних задач, що вже є розв'язаними, перетин $R \cap N$ містить великий клас об'єктів для моделювання, що потребують дослідження.

Перетин $R \cap F$ визначає множину задоволених потреб рекреанта від послуг, що надаються суб'єктами туристичної діяльності. Прикладом може служити ночівля в готелі, споживання їжі, гра в боулінг чи більярд, купівля виробів народних майстрів тощо. Для збільшення потужності перетину розв'язується клас «задач взаємодії турист – суб'єкт туристичної діяльності».

Перелік створених послуг, що можливий тільки завдяки природним чи історико-культурним ресурсам визначається множиною $F \cap N$. До таких послуг можна віднести гірськолижне витягування, лікування мінеральними джерелами та грязями, відтворення середньовічних поєдинків у фортецях тощо. Задачі, що розв'язуються в рамках такого перетину відносяться до класу «задач взаємодії суб'єктів туристичної діяльності – природа».

Множина $R \cap F \cap N$ окреслює перелік задоволених потреб рекреанта, які можуть бути надані фірмами при використанні природних ресурсів чи історико-культурної спадщини. Наприклад, екскурсія пам'ятниками історико-культурної спадщини, катання на гірських лижах чи сноуборді, лікування в санаторії тощо. У рамках такого перетину розв'язуються «задачі взаємодії турист – туристична фірма – природа».

Функціонування туристичної галузі регламентується правовим полем держави. Вона, своєю чергою, чинить «тиск» на всі три множини. Залежно від множини, прояви «тиску» будуть різними. Зокрема економічний стан держави, рівень зарплат та міждержавних взаємин безпосередньо впливає на множину потреб рекреанта. Погіршення економічного стану призводить до того, що рекреанти відмовляються від сервісних послуг, залишаючи тільки основні, або взагалі відмовляючи собі у відпочинку. Податковий та законодавчий тиск безпосередньо впливає на перелік послуг, що надаються суб'єктами туристичної діяльності, та на тіньовий оборот. Використання територій, дозвільні акти, покращення інфраструктури та доріг є фактором впливу держави на множину N . Збільшення «тиску» держави приводить до зменшення потужності множин. Відповідно, рекреанти менше використовують послуг, а це, своєю чергою, призводить до зменшення бюджетних надходжень. Ці процеси змушують зменшувати державний «тиск» і є аналогом внутрішнього тиску множин R, N, F .

У схемі, зображеній на рис.1, відсутній ще один «гравець» туристичної сфери: туристичні агентства. Ці суб'єкти туристичної діяльності надають послуги потенційному туристу щодо правильного вибору місця відпочинку (рис. 2). Як видно з рисунку туристичні агентства містять інформацію про множину послуг суб'єктів туристичної діяльності, з якими вони співпрацюють, а також інформацію про природні та історико-культурні ресурси, якими можуть скористатися рекреанти під час відпочинку. Крім цього, обов'язковою є інформація про фактори «тиску» держави, в якій функціонує туристична фірма. Один з можливих видів прийняття рішення

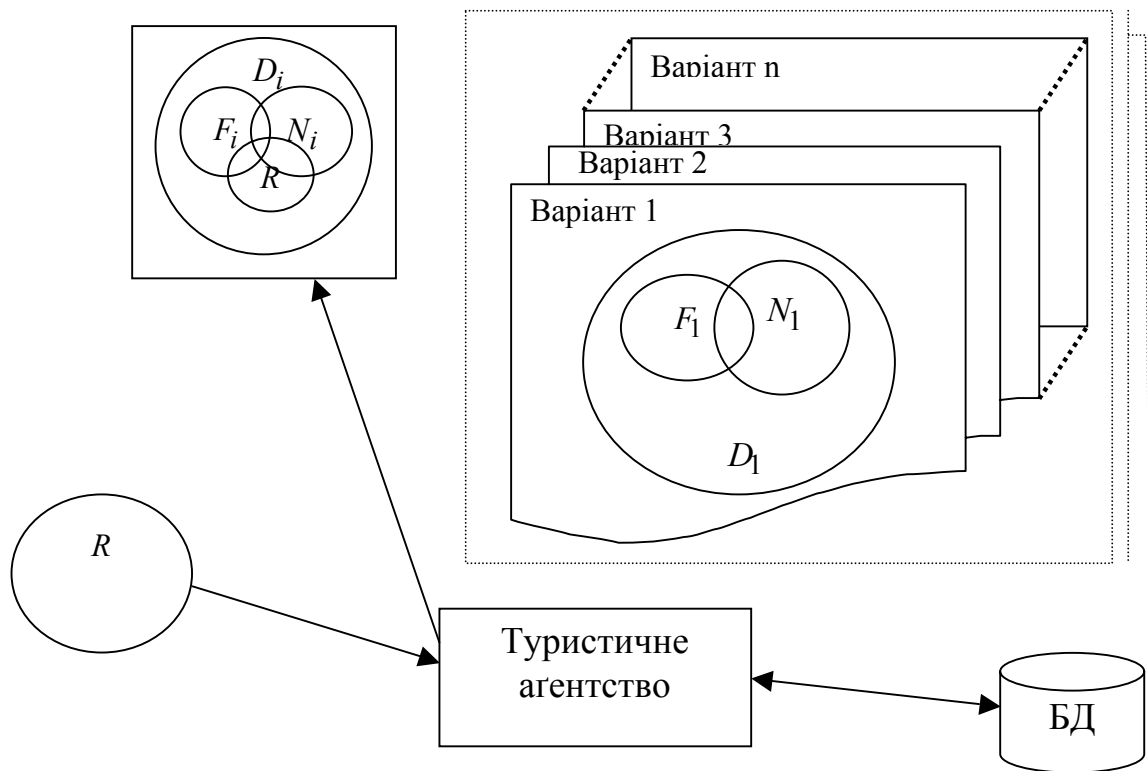


Рис. 2. Структурна модель функціонування туристичних агентств, де: R – множина потреб рекреанта, F_i – множина послуг i -го суб'єкта туристичної діяльності, N_i – множина природних та історико-культурних ресурсів, якими можна скористатися при відпочинку на i -му суб'єкті туристичної діяльності, D_i – множина факторів «тиску» країни, де функціонує i -й суб'єкт туристичної діяльності.

про відпочинок здійснюється таким чином. Туристичне агентство формує множину потреб рекреанта, який звернувся до них. Далі аналізуються можливі види відпочинку. Критерієм задоволення потреб туриста може служити потужність множини $|R \cap F \cap N|$. Ця величина може виступати рівнем релевантності. Під кінець аналізу рекреантові пропонуються варіанти відпочинку з найвищим показником релевантності. Якість послуги туристичного агентства залежить від розміру бази даних, правил формування множин та алгоритму розрахунку релевантності.

На практиці прийняття рішення туристичними агентствами відбувається інтуїтивно, а визначення показника релевантності залежить, в основному, від особистих інтересів менеджера, що приводить до неоптимального задоволення потреб рекреанта.

Висновки

Отже у результаті огляду літературних джерел виділено та проаналізовано множину задач, що розв'язуються в туристичній галузі за останні роки в світовій науці. Узагальнено та класифіковано типи математичних моделей, які використовуються в туризмі.

Виділені основні компоненти туристичної системи та проаналізовані задачі, що стосуються кожного з них, а також задачі, що виникають як наслідок взаємодії таких компонентів. Вперше за допомогою діаграм Вена структурно відображено взаємодію між основними компонентами туристичної галузі.

Список використаних джерел

1. *Александрова А. Ю.* Международный туризм / *Александрова А. Ю.* – М. : Аспект Пресс, 2002. – 470 с.
2. *Boualem B.* Towards semantic-driven, flexible and scalable framework for peering and querying e-catalog communities / *Benatallah Boualem, Hacid Mohand-Said, Paik Hye-young, Rey Christophe, Toumani Farouk* // *Information Systems.* – 2006. – №31. – P. 266–294.
3. *Cappiello C.* Context Management for Adaptive Information Systems / *Cinzia Cappiello, Marco Comuzzi, Enrico Mussi, Barbara Pernici* // *Electronic Notes in Theoretical Computer Science.* – 2006. – №146. – P. 69–84.
4. *Callaway C.* Automatic cinematography and multilingual NLG for generating video documentaries / *Charles Callaway, Elena Not, Alessandra Novello, Cesare Rocchi, Oliviero Stock, Massimo Zancanaro* // *Artificial Intelligence.* – 2005. – №165. – P. 57–89.
5. *O'Connor A.* Geo-temporal tracking and analysis of tourist movement / *O'Connor A., Zerger A., Itami B.* // *Mathematics and Computers in Simulation.* – 2005. – №69. – P. 135–150.
6. *Burigat Stefano.* Navigation in 3D virtual environments : Effects of user experience and location-pointing navigation aids / *Burigat Stefano, Chittaro Luca* // *International Journal of Human-Computer.* – 2007. – №65. – С. 945–958.
7. Географічна енциклопедія України : в 3-х т. / відп. ред. *О. М. Маринич.* – К. : „Українська енциклопедія” ім. М. П. Бажана, 1989 – 1993. – Т. 3: П – Я. – 480 с.

8. Руденко В. П. Географія природно-ресурсного потенціалу України / В. П. Руденко. – Львів : Світ, 1993. – 238 с.
9. Kettnera Albert J. HydroTrend v.3.0 : A climate-driven hydrological transport a river system / Kettnera Albert J., Syvitski James P.M. // Computers & Geosciences. – 2008. – №34. – P. 1170–1183.
10. Цибух В. І. Система державного моніторингу природних територій курортів України [Електронний ресурс] / В. І. Цибух, Б. Ф. Омецинський, С. М. Омелянець і др. – 2004. – Режим доступу : <http://www.ecologylife.ru/tyrizm-kurort/1656.html>,
11. Lynch P. The origins of computer weather prediction and climate modeling / Peter Lynch // Journal of Computational Physics. – 2008. – №227. – P. 3431–3444.
12. Zhang Yan. Measurement and evaluation of interactions in complex urban ecosystem / Zhang Yan, Yang Zhifeng, Yu Xiangyi // Ecological Modelling. – 2006. – №196. – P. 77–89.
13. Addoa K. Appeaning. Detection, measurement and prediction of shoreline recession in Accra, Ghana / Addoa K. Appeaning, Walkden M., Millsa J.P. // ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing. – 2008. – №63. – P. 543–558.
14. Shengquan Ma. Fuzzy model of regional economic competitiveness in GIS spatial analysis : Case study of Gansu, Western China / Shengquan Ma, Jing Feng, Huhua Cao // Fuzzy Optim Decis Making. – 2006. – №5. – P. 99–111.
15. Richard S. J. Tol. The impact of a carbon tax on international tourism / Richard S. J. Tol // Transportation Research Part D. – 2007. – №12. – P. 129–142.
16. Murray-Hudson M. Scenarios of the impact of local and upstream changes in climate and water use on hydro-ecology in the Okavango Delta, Botswana / Michael Murray-Hudson, Piotr Wolski, Susan Ringrose // Journal of Hydrology. – 2006. – №331. – P. 73–84.
17. Andr'e O. A real-time visualization tool for forest ecosystem management decision support / Andr'e O. Falc~ao, Manuel Pr'ospero dos Santos, Jos'e G. Borges // Computers and Electronics in Agriculture. – 2006. – №53. – P. 3–12.
18. Ngai E. W. T. Fuzzy decision support system for risk analysis in e-commerce development / Ngai E. W. T., Wat F. K. T. // Decision Support Systems. – 2005. – №40. – P. 235–255.
19. Ness B. Categorising tools for sustainability assessment / Barry Ness, Evelin Urbel-Piirsalu, Stefan Anderberg, Lennart Olsson // Ecological Economics. – 2007. – №60. – P. 498–508.

20. *Lluch-Cota Salvador E.* The Gulf of California: Review of ecosystem status and sustainability challenges / *Lluch-Cota Salvador E., Aragon-Noriega Eugenio A., Arreguin-Sanchez Francisco, etc.* // *Progress in Oceanography*. – 2007. – №73. – С. 1–26.
21. *Burkhard Benjamin.* Indicating human-environmental system properties : Case study northern Fenno-Scandinavian reindeer herding / *Burkhard Benjamin, Mull Felix* // *Ecological indicators*. – 2008. – №8. – P. 828–840.
22. *Serge M. Garcia.* Fishery systems and linkages : Implications for science and governance / *Serge M. Garcia, Anthony T. Charles* // *Ocean & Coastal Management*. – 2008. – №51. – P. 505–527.
23. *Lee Fiona.* Hybrid transformation for indexing and searching web documents in the cartographic paradigm / *Lee Fiona, Bressan Stbphane, Chin Beng Oii* // *Information Systems*. – 2001. – 26, №2. – С. 75–92.
24. *Мухина Л. И.* Принципы и методы технологической оценки природных комплексов / *Л. И. Мухина*. – М. : Знание, 1982. – 212 с.
25. *Geografia turystyczna swiata / Pod red. Warszynskiej J.* – Warszawa : Wyd. Naukowe PWN, Czesc 2., 2000. – 439 s.
26. *Beatrice M.S. Giambastiani.* Saltwater intrusion in the unconfined coastal aquifer of Ravenna (Italy): A numerical model / *Beatrice M. S. Giambastiani, Marco Antonellini, Gualbert H.P. Oude Essink, Roelof J. Stuurman* // *Journal of Hydrology*. – 2007. – №340. – P. 91–104.
27. *Darnell Adrian C.* Repeat visits to attractions: a preliminary economic analysis / *Darnell Adrian C., Johnson Peter S.* // *Tourism Management*. – 2001. – №22. – с.119–126.
28. *Edwards M.* The relevance of aggregating a water consumption model cannot be disconnected from the choice of information available on the resource / *Margaret Edwards, Nils Ferrand, Francois Goreaud, Sylvie Huet* // *Simulation Modelling Practice and Theory*. – 2005. – №13. – P. 287–307.
29. *Дьяконов В. П.* MATLAB 6.5 SP1/1 SP2 + Simulink 5/6. Инструменты искусственного интеллекта и биоинформатики / *Дьяконов В. П., Круглов В. В.* – М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2006. – 456 с. (Библиотека профессионала).
30. *Виклюк Я. І.* Імітація, аналіз та оптимізація роботи гірськолижного комплексу з допомогою методів імітаційного моделювання дискретних подій / *Я. І. Виклюк, О. В. Горин* // *Вісник Національного університету „Львівська політехніка”* : зб. наук. праць / відп. ред. В.Б.Дудикевич. – Львів : Національний університет „Львівська політехніка”, 2009. – №639 : Автоматизація, вимір, керування. – С. 234–242.

31. *Виклюк Я. І.* Імітаційне моделювання фінансових зловживань у туристичній галузі / *Я. І. Виклюк, Б. М. Гаць* // Науковий вісник національного лісотехнічного університету України : зб. наук.-техн. праць / гол. ред. Ю. Ю. Туниця. – Львів : Національний лісотехнічний університет України, 2009. – №19.9. – С. 248–255.
32. *Kang Inwon.* Using fuzzy cognitive map for the relationship management in airline service / *Kang Inwon, Lee Sangjae, Choi Jiho* // *Expert Systems with Applications.* – 2004. – №26. – P. 545–555.
33. *Wang Tien-Chin.* Application of TOPSIS in evaluating initial training aircraft under a fuzzy environment / *Wang Tien-Chin, Chang Tsung-Han* // *Expert Systems with Applications.* – 2007. – №33. – P. 870–880.
34. *Yue Tian-Xiang.* Surface modeling of human carrying capacity of terrestrial ecosystems in China / *Yue Tian-Xiang, Tian Yong-Zhong, Liu Ji-Yuan, Fan Ze-Meng* // *Ecological modelling.* – 2008. – №214. – P. 168–180.
35. *Wang Xing-Feng.* Extracting mining subsidence land from remote sensing images based on domain knowledge / *Wang Xing-Feng, Wang Yun-Jia, Huang Tai* // *Journal China Univ Mining & Technol.* – 2008. – №18. – P. 0168–0171.
36. *Lin Wen-Bao.* The exploration of customer satisfaction model from a comprehensive perspective / *Lin Wen-Bao* // *Expert Systems with Applications.* – 2007. – №33. – P. 110–121.
37. *Hamzaçebi Coskun.* Improving artificial neural networks' performance in seasonal time series forecasting / *Hamzaçebi Coskun* // *Information Sciences.* – 2008. – №178. – P. 4550–4559.
38. *Виклюк Я. І.* Побудова fuzzy-моделі для визначення рекреаційного потенціалу євро регіону „Верхній прут” / *Я. І. Виклюк* // Вісник національного технічного університету „Харківський політехнічний інститут” : зб. наук. праць / ответств. ред. М. Д. Годлевский. – Харків : Національний технічний університет „Харьковский политехнический институт”, 2007. – №41 : Темат. вып. „Системный анализ, управление и информационные технологии”. – С. 193–201.
39. *Виклюк Я. І.* Використання нечіткої логіки для визначення рекреаційного потенціалу території / *Я. І. Виклюк, О. І. Артеменко* // Вісник Національного університету „Львівська політехніка” : зб. наук. праць / відп. ред. В. В. Пасічник. – Львів : Національний університет „Львівська політехніка”, 2008. – №631 : Інформаційні системи та мережі. – С. 45–54.
40. *Michele Guida.* Topology of the Italian airport network : A scale-free small-world network with a fractal structure? / *Michele Guida, Funaro Maria* // *Chaos, Solitons and Fractals.* – 2007. – №31. – P.527–536.

41. *Christopher C. Yang* An information delivery system with automatic summarization for mobile commerce / *Christopher C. Yang, Fu Lee Wang* // *Decision Support Systems*. – 2007. – №43. – С. 46–61.
42. *Baity M.* *Fractal Cities* / *Michael Baity, Paul Longley*. – Academic Press, London and San Diego, 1996. – 394 s.
43. *Junmei Tang*. Analyses of urban landscape dynamics using multi-temporal satellite images : A comparison of two petroleum – oriented cities / *Junmei Tang, Le Wang, Zhijun Yao* // *Landscape and Urban Planning*. – 2008. – №87. – С. 269–278.
44. *Leisch F.* A toolbox for K-centroids cluster analysis / *F. Leisch* // *Computational Statistics & Data Analysis*. – 2006. – №51. – P. 526–544.
45. *Marti'n-Guerrero Jose' D.* Studying the feasibility of a recommender in a citizen web portal based on user modeling and clustering algorithms / *Marti'n-Guerrero Jose' D., Alberto Palomares, Emili Balaguer-Ballester, Emilio Soria-Olivas, Juan Go'mez-Sanchis, Antonio Soriano-Asensi* // *Expert Systems with Applications*. – 2006. – №30. – P. 299–312.
46. *Qingsheng Yanga.* Cellular automata for simulating land use changes based on support vector machines / *Qingsheng Yanga, Xia Lia, Xun Shi* // *Computers & Geosciences*. – 2008. – №34. – P. 592–602.
47. *Lacitignola D.* Modelling socio-ecological tourism-based systems for sustainability / *Lacitignola D., Petrosillo I., Cataldi M., Zurlinib G.* // *Ecological modelling*. – 2007. – №206. – P. 191–204.
48. *Иванов Ю. Н.* Математическое описание элементов экономики / *Иванов Ю. Н., Токарев В. В., Узде А. П.* – М. : Физмат лит., 1994. – 416 с.
49. *Окуненко В. М.* Чисельні методи в інформатиці й інформаційних технологіях економіки / *В. М. Окуненко, В. К. Ясинський.* – Чернівці : Прут, 2004. – 564 с.
50. *Бенькович Е. С.* Практическое моделирование динамических систем / *Бенькович Е. С., Колесов Ю. Б., Сениченков Ю. Б.* – СПб. : БХВ-Петербург, 2002. – 464 с.
51. *Glance N.* Pollen : using people as a communication medium / *Natalie Glance, Dave Snowdon, Meunier Jean-Luc* // *Computer Networks*. – 2001. – №35. – P. 429–442.
52. *Виклюк Я. І.* Еконофізика як складова інформаційних систем автоматизації соціально-економічних структур (огляд) / *Я. І. Виклюк, Н. М. Іванущак* // *Науковий вісник Чернівецького університету: зб. наук. праць* / гол. ред. С. В. Мельничук. –

- Чернівці : Рута, 2008. – №423 : Фізика. Електроніка. Комп'ютерні системи та компоненти. – С. 130–137.
53. *Пасічник В. В.* Методологія еконофізики як основа інформаційних систем розвитку та автоматизації соціально-економічних структур / *В. В. Пасічник, Я. І. Виклюк, Н. М. Іванушак* // Вісник Національного університету „Львівська політехніка” : зб. наук. праць / відп. ред. В. В. Пасічник. – Львів : Національний університет „Львівська політехніка”, 2009. – №653 : Інформаційні системи та мережі. – С. 61–70.
54. *Vyklyuk Ya.* Calculation method of streams of tourists centers visitors using „modified gravitational” model on the base of fuzzy logic / *Yaroslav Vyklyuk, Serhiy Lyakhov* // e-journal : Information Technology for Economics & Management. – 2008. – 4, №1. – P. 2
55. *Згуровский М. З.* Методы принятия решений в социальных системах на основе спиновых моделей Изинга / *М. З. Згуровский, Т. Н Померанцева* // Проблемы управления и информатики. – 1995. – №1. – С. 89–97.
56. *Виклюк Я.І.* Застосування семантичних мереж на основі спінових моделей Ізінга для отримання систем підтримки прийняття рішень / *Я. І. Виклюк, Н. М. Іванушак* // Науковий вісник Чернівецького університету : зб. наук. праць / гол. ред. С. В. Мельничук. – Чернівці : Рута, 2009. – №479 : Комп'ютерні системи та компоненти. – С. 98–102.
57. *Яцишин Ю. В.* Модель управління містом на основі термодинамічних законів / *Ю. В. Яцишин, Н. Б. Шаховська* // Вісник Національного університету „Львівська політехніка” : зб. наук. праць / відп. ред. В. В. Пасічник. – Львів : Національний університет „Львівська політехніка”, 2000. – №406 : Інформаційні системи та мережі. – С. 239–247.
58. *Виклюк Я. І.* Методологія прогнозування соціально-економічних процесів методами фрактального росту кристалів у нечіткому потенціальному полі / *Я. І. Виклюк* // Вісник Тернопільського державного технічного університету : наук. журнал / гол. ред. П. Ясній. – Тернопіль : Тернопільський державний технічний університет імені Івана Полюя МОН України, 2008. – №2. – С. 153–162.
59. *Farmer J. Doyne.* The price dynamics of common trading strategies / *Farmer J. Doyne, Joshi Shareen* // Journal of Economic Behavior & Organization. – 2002. – №49. – P. 149–171.
60. *Виклюк Я. І.* Прогнозування геометричної структури населених пунктів методом модифікованої дифузно-обмеженої агрегації в

нечіткому потенціальному полі / Я. І. Виклюк // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2008. – №1. – С. 61–68.

61. *Delli Gatti D.* A new approach to business fluctuations : heterogeneous interacting agents, scaling laws and financial fragility / *Domenico Delli Gatti, Corrado Di Guilmi, Edoardo Gaffeo, Gianfranco Giulioni, etc.* // *Journal of Economic Behavior & Organization.* – 2005. – №56. – P. 489–512.
62. *Jimenez E.* Econophysics : from Game Theory and Information Theory to Quantum Mechanics / *Edward Jimenez, Douglas Moya* // *Physica A.* – 2005. – №348. – P. 505–543.
63. *Виклюк Я. І.* Можливості формалізації корупційної діяльності в туристичній галузі / *Я. І. Виклюк, Б. М. Гаць* // Наукові праці Донецького національного технічного університету : зб. наук. праць / гол. ред. О. А. Мінаєв. – Донецьк : Донецький національний технічний університет, 2008. – Вип. 7(150) : Проблеми моделювання та автоматизації проектування динамічних систем. – С. 224–233.
64. *Виклюк Я. І.* Імітаційне моделювання фінансових зловживань у туристичній галузі / *Я. І. Виклюк, Б. М. Гаць* // Науковий вісник національного лісотехнічного університету України : зб. наук.-техн. праць / гол. ред. Ю. Ю. Туниця. – Львів : Національний лісотехнічний університет України, 2009. – №19.9. – С. 248–255.
65. *Ткаченко Т. І.* Сталій розвиток туризму : теорія, методологія, реалії бізнесу / *Т. І. Ткаченко.* – К. : КНТЕУ, 2006. – 537 с.
66. *Школа І. М.* Розвиток міжнародного туризму в Україні / *Школа І. М., Григорів В. С., Кифяк В. Ф.* – Чернівці : Рута, 1997. – 142 с.