**МОБІЛЬНІ ТУРИСТИЧНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ З РЕКОМЕНДАЦІЙНОЮ БЕЗПЕКОВОЮ КОМПОНЕНТОЮ**

***Виклюк Ярослав*** *д.т.н., професор,**проректор з наукової роботи та міжнародних зв’язків, ПВНЗ “Буковинський університет”, м. Чернівці,*

***Савчук Валерія*** *аспірант кафедри інформаційних систем та мереж Національного університету «Львівська політехніка», м. Львів,*

**Ключові слова:** інформаційна туристична система, мобільний туристичний застосунок, великі дані, нечітка логіка, безпечний туризм, рекомендаційна безпекова компонента, прогнозування небезпечних ситуацій, атракційність туристичного регіону, ANFIS, навігація користувача всередині приміщень, архітектура мобільної інформаційної туристичної системи.

**РЕФЕРАТ**

У роботі молодіжного творчого колективу розв’язано низку важливих наукових та науково-прикладних задач, пов’язаних із розробленням математичних моделей, методів та засобів формуванням комплексу прикладних туристичних мобільних інформаційних технологій підтримки та супроводу користувача на всіх етапах його подорожі та визначення рівня потенційних небезпек у відповідному туристичному регіоні. Реалізовано інноваційний інформаційно-технологічний проект інтелектуальної системи «Мобільний інформаційний асистент туриста» («МІАТ»), у рамках якого відпрацьовується прототип мобільного інтегрованого програмно-алгоритмічного комплексу наступного покоління. Основним його функціональним завданням є врахування персональних особливостей і запитів користувачів та забезпечення комплексного інформаційно-технологічного супроводу туриста на всіх етапах здійснення подорожі. Проаналізовано методи прогнозування та виявлення джерел потенційних небезпек, що можуть виникнути в процесі туристичної подорожі, розроблено систему оцінювання атрактивності території. Розроблено рекомендаційну безпекову компоненту «Безпечний туризм» інтелектуальної інформаційної системи «Мобільний інформаційний асистент туриста», яка забезпечує інформаційний супровід туриста під час планування та реалізації подорожі і підвищення при цьому рівня його безпеки.

В пропонованих нині на ринку прикладних туристичних інформаційно-технологічних розробленнях недостатньо уваги приділяється питанням гарантування безпеки туриста під час здійснення подорожей. Як свідчить аналіз обширного масиву відомостей щодо кризових та катастрофічних подій останніх років, нехтування безпековим чинником при плануванні та реалізації туристичних подорожей, призводить до чисельних людських жертв та каліцтв, вже не говорячи про важкі психологічні травми в середовищі великих груп туристів. Цунамі, які 26 грудня 2004 року покрили таїландський курорт Пукер, на Мальдівах та Шрі-Ланці забрали життя трьохсот тисяч відпочиваючих з різних країн світу, ставши другим стихійним лихом за масштабами нанесеної шкоди у світовій історії.  Ураган "Меттью", що пронісся 7 жовтня 2016 р. на Гаїті  перший потужний ураган за останні 10 років у штатах Флорида, , Джорджії, Південній та Північній Кароліні, забрав життя понад 840 осіб. Постраждала при цьому туристична рекреаційна інфраструктура, порушені чисельні туристичні тури та плани багатьох туристів і відпочиваючих. Не меншої шкоди туристичному бізнесу завдають лісові пожежі. Лише у серпні 2016 року із штату Каліфорнія (США) через лісові пожежі, що охопили площу понад 60 млн.кв. м було евакуйовано 82 тисячі осіб, в тому числі було багато екскурсантів та відпочиваючих.

Поряд з природніми небезпеками туристи часто потрапляють в зони підвищених небезпек пов’язаних з транспортом, специфікою правил перебування в тій чи іншій країні з етнічними, культурними, регіональними та політичними особливостями поведінки та уподобань місцевого населення.

Безперечно передбачити всі небезпеки, які можуть чатувати на туриста під час подорожі неможливо, але критично важливими є системні зусилля щодо зменшення імовірності потрапляння туристів у неприємні та небезпечні ситуації під час здійснення ними подорожі. Саме тому реалізовуючи проект інтелектуальної інформаційної системи підтримки та супроводу туриста на всіх етапах його подорожі – «Мобільний інформаційний асистент туриста» («МІАТ»), до її складу включено підсистему «Безпечний туризм», яка покликана підвищити рівень безпечності туристів, збереження їх здоров’я і майна під час здійснення ними туристичної подорожі.

Результати науково-дослідної роботи опубліковані авторами у 172 наукових працях (у тому числі 7 монографій 28 статтей у фахових виданнях України, 52 – у виданнях, що індексуються у науково-метричнех базах даних Scopus, Web of Science, Google Scholar, Copernicus та ін., 85 тез в збірниках матеріалів конференцій, серед яких 40 – у виданнях, що входять до наукометричних баз даних). Згідно бази даних Google Shcolar загальна кількість посилань – складає 205, h-індекс – 8.

**АКТУАЛЬНІСТЬ**

Сучасне суспільство стрімко наближається до нового піку розвитку мобільних інформаційних технологій. Використання смартфонів і планшетів для мобільного доступу до інформаційних ресурсів Інтернету зросло до рівня коли їх використання перевищило кількість звертань зі стаціонарних спеціалізованих засобів доступу. Згідно досліджень проведених компанією eMarketer, загальна кількість мобільних користувачів Інтернету досягла в 2013р. відмітки 134 мільйони, а до 2019р. вдвічі перевищить кількість користувачів стаціонарних ПК.

Туристична галузь сьогодні є тією сферою, яка для повноцінного функціонування та ефективного розвитку гостро потребує використання мобільних інформаційних технологій, що можуть суттєво впливати як на поведінку окремих туристів, так на всю галузь загалом.

На ринку сучасних інформаційно-технологічних за стосунків з’являються мобільні персональні інформаційні системи, що спрямовані на допомогу та підтримку туриста при плануванні та реалізації ним туристичної подорожі.

Системні принципи, які закладені архітектурно в «МІАТ» та відсутні в сучасних інформаційних системах туристичного спрямування є наступними:

* персональність щодо врахування особистісних характеристик туриста-користувача системи;
* динамічність формування екскурсійного мультимедійного контенту інформаційно-технологічного супроводу туриста;
* мобільність комплексу туристичних інформаційних технологій;
* обов’язковість безпекової рекомендаційної компоненти.

**ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ**

**Мета наукової роботи** полягає у розробленні математичних методів та формуванні комплексу прикладних мобільних інформаційних технологій туристичного спрямування з функціональною компонентою визначення рівня небезпек в туристичному регіоні та генерування безпекових рекомендацій туристу.

**Наукова новизна одержаних результатів.** У науковій роботі обґрунтована та комплексно вирішена актуальна науково-прикладна проблема розроблення математичних методів та комплексу прикладних мобільних інформаційних технологій планування та інтелектуального персонального супроводу безпечної туристичної подорожі.

При цьому отримано наступні нові наукові результати:

* Вперше спроектовано мобільну систему інтелектуального інформаційного супроводу туриста, що забезпечує інформаційну підтримку туриста при вирішенні комплексу питань щодо здійснення подорожі.
* Вперше розроблено структуру програмно-алгоритмічного комплексу у вигляді мобільного застосунку інформаційно-технологічного супроводу туриста на всіх етапах подорожі, основною відмінністю котрого від існуючих є наявність модуля аналізу індивідуальних особливостей користувача системи пересічного туриста з його персональними уподобаннями, особливостями характеру та культурно-освітньої специфіки.
* Вперше розроблено інформаційну технологію динамічного індивідуального персоналізованого інтелектуальногоу формуванню аудіо та відео контенту для інформаційного супроводу користувача під час реалізації ним туристичної подорожі.
* Вперше розроблено інтелектуальну інформаційну систему, що реалізує рекомендаційну функцію попередження туриста щодо можливих небезпек, які можуть виникнути під час подорожі, та генерує аналітично обґрунтовані рекомендації щодо шляхів та варіантів їх уникнення.
* Вперше розроблено метод оцінки просторового розподілу туристичних потоків на основі апарату нечіткої логіки, що, на відміну від класичних адитивних методів, дає змогу враховувати нелінійний зв’язок між якісними величинами та динаміку зміни розподілу туристичних потоків залежно від сезону.
* Вперше проведено порівняльний аналіз методів ANFIS (англ. adaptive neuro-fuzzy inference system, укр. адаптивна мережа на основі системи нечіткого виведення) та нейронних мереж в задачі пошуку функціональної залежності між виникненням лісових пожеж і факторами, що характеризують сонячну активність.
* Вперше на основі фрактального аналізу були встановлені ступені персистентності часових рядів сонячної активності та порівняні їх фрактальні характеристики. Було встановлено, що пропоновані моделі, які реалізовані у формі модулів безпекової рекомендаційної компоненти «МІАТ» дають змогу пояснити до 47% лісових пожеж, а відхилення по амплітуді в межах 5% свідчить про точність моделювання.

**Значущість одержаних результатів для науки та практики** полягає в розробленні та формуванні комплексу методів та мобільних інтелектуальних інформаційних технологій персонального супроводу туриста на всіх етапах планування та здійснення ним туристичної подорожі, а також визначення рівня можливих небезпеки в туристичному регіоні та генерування відповідних безпекових рекомендацій.

В результаті проведеного науковцями дослідження було спроектовано на визначено основні особливості інноваційної інтелектуальної системи «Мобільний інформаційний асистент туриста», спрямованої на допомогу користувачу із плануванням та реалізацією безпечної туристичної подорожі у відповідності до гасла «ВСЕ! ТУТ! НЕГАЙНО!!!».

Метою дослідницького проекту «Мобільний інформаційний асистент туриста» (МІАТ) є розроблення інноваційного наділеного інтелектуальними ознаками програмно-алгоритмічного комплексу спрямованого на інформаційно-технологічну підтримку та супровід туриста на всіх етапах його подорожі (до, підчас та після її реалізації).

Вимоги до системи та її функціональні особливості було розроблено в результаті аналізу сучасних досліджень в галузі мобільних інформаційних технологій і туризму, та потреб і проблем з якими стикається турист підчас подорожі. З цією метою авторами було проаналізовано процеси реалізації туристичної подорожі з точки зору цілісного проекту.

Автори розробили структуру програмно-алгоритмічного комплексу супроводу туриста на всіх етапах подорожі, основною відмінністю котрої від існуючих являється модуль аналізу індивідуальних особливостей користувача системи.

Автори розробили алгоритм функціонування навігаційної компоненти системи «МІАТ» в умовах складно структурованих туристичних об’єктів. Функціонування зазначеного алгоритму базується на методах збору Wi-Fi відбитків мережі, опрацюванні візуальних даних з пристрою, та GPS позиціонування.

Автори розробили алгоритм формування інформаційного контенту супроводу екскурсії у відповідності до обраного користувачем індивідуального екскурсійного маршруту, його тривалості та специфічних персоніфікованих побажань, базований на форматі DAISY. Відповідно до означеного варіанту екскурсійного маршруту, обраного туристом, відповідний інформаційно-технологічний модуль інформаційної системи «МІАТ», беручи до уваги дані, отримані з допомогою сервісу Google Maps, в реальному часі реалізує підбір необхідних секцій та фраз з відповідної DAISY-книги для формування цілісного інформаційного супроводу екскурсій користувача.

Оригінальність підходу полягає у динамічному індивідуальному мобільному інтелектуальному формуванні аудіо та відео контенту для інформаційного супроводу користувача під час реалізації ним туристичної подорожі.

Динамічність формування екскурсійного контенту полягає у автоматизованому оперативному відборі туристичної інформації з врахуванням побажань туриста та сформованого ним маршруту подорожі, та безпекових особливостей туристичного напрямку.

Індивідуальність досліджуваного підходу заключається у наданні туристу можливостей щодо самостійного формування маршруту екскурсії з врахуванням індивідуальних побажань, уподобань та зацікавленостей і відбору цікавих йому особисто цільових точок.

Мобільність інформаційного наповнення аудіо супроводу екскурсійного туру полягає у наданні туристу можливості отримання екскурсійної інформації будь-де та будь-коли.

Інтелектуальність, в першу чергу, покликана забезпечувати вирішення складної задачі автоматичної синхронізації різнотипового мультимедійного контенту (відображення за бажанням користувача текстового опису екскурсії, її паралельний аудіо супровід та відтворення асоційованого відео).

Авторами вперше розроблено рекомендаційну безпекову компоненту інтелектуальної інформаційної системи спрямованої на супровід туриста при прийнятті ним рішень щодо подорожі. Вона реалізує функцію попередження туриста щодо можливих небезпек, які можуть виникнути під час подорожі, та генерує аналітично обґрунтовані рекомендації щодо шляхів та варіантів їх уникнення.

Одним із завдань компоненти є визначення рівня небезпеки певного туристичного напрямку на основі наявної в базі даних інформації.

Базовими структурними модулями зазначеної рекомендаційної безпекової компоненти є: “Визначення рівня небезпеки”, “Моніторинг новинних ресурсів”, “Видобування інформації про погодні умови”, “Генерування рекомендацій” .

До складу інформаційного забезпечення компоненти входять наступні модулі: База даних «Безпека туриста», Безпекові інформаційні інтернет-ресурси (Джерела новин, Джерела прогнозу погоди тощо). Архітектура побудована з врахуванням принципів відкритості та нарощуваності.

Рекомендаційна безпекова компонента системи «МІАТ» забезпечує аналіз та врахування безпекових факторів при наданні користувачеві рекомендацій як на етапі планування ним подорожі, так і підчас її здійснення.

Детальний аналіз наукових досліджень у напрямі оцінювання популярності природних та історико-культурних ресурсів дозволив виявити як позитивні, так і негативні сторони наявних методів оцінки просторового розподілу туристичних потоків на певній території. Зокрема, не існує загальноприйнятої методики оцінювання як якісних параметрів, так і математичних методів розрахунку туристичних потоків. Встановлено, що адитивні методи показують адекватний результат тільки для підходів «зверху», тобто при оцінюванні великих за площею територій. При оцінюванні туристичних потоків до конкретної географічної точки для туриста (метод «знизу») ці методи показують погані результати за рахунок нелінійності зв’язку між реальною привабливістю та якісними параметрами методу.

Розроблена методика оцінювання та розрахунку якісних параметрів методу за допомогою ГІС. Вперше розроблено метод розрахунку туристичних потоків території «знизу» на основі апарату нечіткої логіки. Цей метод дозволив встановити нелінійність зв’язку між кількістю туристів та якісними параметрами методу, а також дослідити динаміку зміни потоків залежно від сезону.

Інтеґральне оцінювання результатів, подане в картографічному вигляді, вперше дозволило розрахувати туристичні потоки великих за площею територій методом «знизу», і вперше врахувати нелінійність при оціненні природних та історико-культурних туристичних ресурсів, а також розрахувати рекреаційний потенціал великих за площею територій.

Порівняльний аналіз картографічного зображення туристичних потоків Чернівецької області, розрахованої для різних сезонів як адитивним методом, так і на основі нечіткої логіки, вперше дозволив продемонструвати та довести адекватність запропонованого методу «знизу» на відміну від адитивного методу. Отримані результати дали можливість визначити перспективні для розвитку туристичної інфраструктури та діяльності туристично-рекреаційних систем місця. Створені за допомогою комп’ютерних розрахунків карти дозволили прослідкувати зміну туристичних потоків території протягом року.

Розрахунок інтеґральних значень туристичних потоків районів Чернівецької області та областей Карпатського реґіону на основі картографічного зображення, виконаний розробленим методом, показав високу кореляцію з класичним адитивним методом «зверху». Це вперше дало змогу оцінити привабливість і туристичний потенціал довільних за площею територій на основі одного нелінійного методу.

Вперше розраховано просторове зображення туристичних потоків Єврореґіону «Верхній Прут», що дало змогу визначити та проаналізувати інвестиційно привабливі зони єврореґіону та спрогнозувати туристичні потоки його складових зон.

Вперше розрахована сезонна залежність туристичної привабливості районів та населених пунктів Чернівецької області, слугувала основою для планування і керування туристичними потоками області.

В роботі розроблено алгоритм розв’язку наведених задач за допомогою запропонованого методу розрахунку атрактивності. Цей алгоритм реалізований в Matlab у вигляді автономних функцій, що можуть практично використовуватись та інтегруватись в існуючі інформаційні системи.

В роботі було знайдені докази про наявність нелінійних зв’язків між настанням лісових пожеж і сонячною активністю. Це дало змогу використати нелінійні методи SoftComputing для встановлення і аналізу функціональних залежностей між ними. Було показано, що між збільшенням сонячної активності і спалахами лісових пожеж існують періоди затримки, які становлять від однієї до декількох діб у випадку великих пожеж. Це дає  можливість передбачити настання пожеж і вжити заходів щодо їх запобігання. На основі розроблених нейромережевих моделей є можливість передбачити до 89% займань невеликих лісових пожеж в день спалаху на сонці і до 92% із затримкою в 3 доби. В той самий час точність прогнозу для великих пожеж із затримкою в один день становить 93% (для ANFIS). Це справедливо у випадку прогнозування з точністю ±1 доба. У випадку прогнозування з точністю 1 доби, точність прогнозу спадає до 36-43% і відповідно збільшується кількість помилкових піків. Незважаючи на це, лише 22% випадків пожеж сучасні методи SoftComputing передбачити не можуть. Також варто зазначити, що у всіх випадках відносна похибка при прогнозуванні амплітуди кількості пожеж становить менше 5%.

На основі фрактального аналізу були встановлені ступені персистентності часових рядів та порівняні їх фрактальні характеристики.

За допомогою розробленої програми було в автоматичному режимі побудовано і навчено 7140 та 4845 ANFIS моделей.

В результаті дослідження на основі BigData  знайдено найбільш вагомі фактори сонячної активності (з урахуванням часової затримки), що спричиняють лісові пожежі. Була побудована функціональна залежність між характеристиками сонячної активності та числом лісових пожеж на території США на основі фрактального аналізу та гібридних нейронних мереж. Розроблені моделі дали змогу пояснити до 47% лісових пожеж.

Розроблені моделі в рамках «геліоцентричної гіпотези» здатні передбачити від 22 до 26% від загальної кількості ураганів. Хибні прогнози становлять лише 1%, що вказує на точність нашого моделювання. Це дало змогу встановити та дослідити найбільш адекватні функціональні залежності для досліджуваних кризових явищ.

Методи та програмно-алгоритмічні засоби, що розроблені в межах дослідження забезпечують генерування безпекових рекомендацій користувачеві в залежності від природньої, техногенної, соціально-політичної ситуації в обраному туристичному регіоні, інформаційну та технологічну підтримку туриста при вирішенні всіх питань щодо подорожі позиціонування та навігацію користувачів, як на відкритому просторі, так і в середині закритих приміщень, автоматизоване динамічне формування мультимедійного контенту призначеного для мобільного інформаційного супроводу користувача на всіх етапах подорожі із врахуванням його індивідуальних запитів, побажань, швидкості переміщення, та загальної тривалості екскурсійного маршруту.

Розроблені авторами роботи математичні методи та прикладні інформаційні технології можуть бути використані для розроблення систем інформаціних туристичних систем різногоманітного спрямування (планування безпечних індивідуальних та групових подорожей, проведення інформативних екскурсій, аналізу результатів подорожі, навігації користувача в складно структурових туристичних об’єктів тощо); прогнозування та виявлення небезпечних ситуації; рекомендаційних систем забазпечення безпеки життєдіяльності людини; формування та синхронізації мультимедійного контенту.

**ВИСНОВКИ**

1. Спроектовано архітектуру інноваційного наділеного інтелектуальними ознаками програмно-алгоритмічного комплексу “Мобільний інформаційний асистент туриста” (МІАТ) зорієнтованого на персолізовану інформаційно-технологічну підтримку та супровід туриста на всіх етапах його подорожі (до, підчас та після її реалізації), що на відміну від існуючих інформаційних систем містить такі компоненти як: формування туристичного профілю користувача та безпекова рекомендаційна компонента.
2. Розроблено рекомендаційну безпекову компоненту «Безпечний туризм», яка є відсутньою у всіх відомих туристичних інформаційних системах. Зазначена компонента генерує перелік безпечних туристичних напрямків в конкретний період часу, що є основою планування відпочинку з мінімальними ризиками.
3. Розроблено метод для визначення рекреаційних потоків територій на основі нечіткої логіки та доведено його вищий ступінь адекватності та точності, порівняно з існуючими класичними лінійними адитивними методами. Метод дозволяє прогнозувати грошові потоки та на основі них визначати оптимальні території для розміщення нових туристичних об’єктів та науково обґрунтовано обирати об’єкт інвестування. Розроблений метод дозволив обчислити карти рекреаційної привабливості із урахуванням сезонних особливостей для Карпатського реґіону та Єврореґіону „Верхній Прут”, що дало змогу визначити оптимальні місця для інвестування, обчислити ступінь використання ресурсів реґіону.
4. Проведено порівняльний аналіз методів ANFIS та нейронних мереж в задачі пошуку функціональної залежності між виникненням лісових пожеж і факторами, що характеризують сонячну активність. Для цієї мети використано декілька методів аналізу (методи усунення сезонності, *R/S* аналіз, DataMining) для встановлення потенційних зв’язків між коливаннями певних параметрів, що характеризують сонячну активність, і виникненням лісових пожеж з врахуванням затримки в часі. Знайдено наявність взаємозв’язку і розроблено методи прогновання кількості лісових пожеж залежно від показників сонячної активності, засновані на ANFIS та нейромережевих технологіях з використанням паралельних розрахунків. Ці методи, в окремих випадках, дозволяють досягнути точності прогнозування до 93%.
5. Проведено поглиблений аналіз процесів динамічного індивідуального мобільного інтелектуального формування аудіо та відео контенту для інформаційного супроводу користувача під час реалізації ним туристичної подорожі на основі якого розроблено методологічні інноваційні підходи, та спроектовано підсистему “Мультимедійний путівник” системи «МІАТ», яка забезпечуватиме формування та опрацювання аудіо та відео контенту необхідного для індивідуального супроводу користувача під час здійснення ним туристичних екскурсій, та узагальнене подання результатів проведеного авторами дослідження.
6. Проаналізовано методи та засоби інформаційних технологій позиціонування користувацького комп’ютерного пристрою в закритих приміщеннях та їх використанню на територіях складно-просторово організованих туристичних об’єктів. Проаналізовані можливості таких технологій при навігації користувача на території туристичних об’єктів, якими є замки, музеї, галереї, пам’ятки архітектури та виставкові комплекси. На основі результатів аналізу спроектовано структуру навігаційної компоненти системи «МІАТ» в умовах складно структурованих туристичних об’єктів та розроблено алгоритм позиціонування мобільного пристрою користувача (смартфона, планшета) в складно просторово організованих туристичних об’єктах, що базується на комбінованій техніці визначення місця розташування, що полягає у використанні Wi-Fi та GPS позиціонування.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Д.т.н.,проректор з наукової роботи та міжнародних зв’язків,ПВНЗ “Буковинський університет”,професор |  | Виклюк Я.І. |
| Аспірант кафедриінформаційних систем та мережНаціонального університету «Львівська політехніка» |  | Савчук В.В. |