Наукова робота, подана на
премію Президента України для молодих вчених

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

Актуальність

Туризм, як актуальна галузь, відіграє одну з провідних ролей у світовій економіці, забезпечуючи формування значної частини світового валового продукту. Ця галузь економіки розвивається високими темпами і найближчими роками стане одним з найбільших її секторів. Щорічне зростання інвестицій в індустрію туризму складе близько 30%. В останні роки туризм став одним з найприбутковіших видів бізнесу в світі. В цій галузі задіяно приблизно 6% всього світового капіталу.

Наявні нині інформаційні технології зорієнтовані на туристів не надають їм належної інформаційної підтримки на всіх етапах подорожі

Мета, об’єкт, предмет дослідження

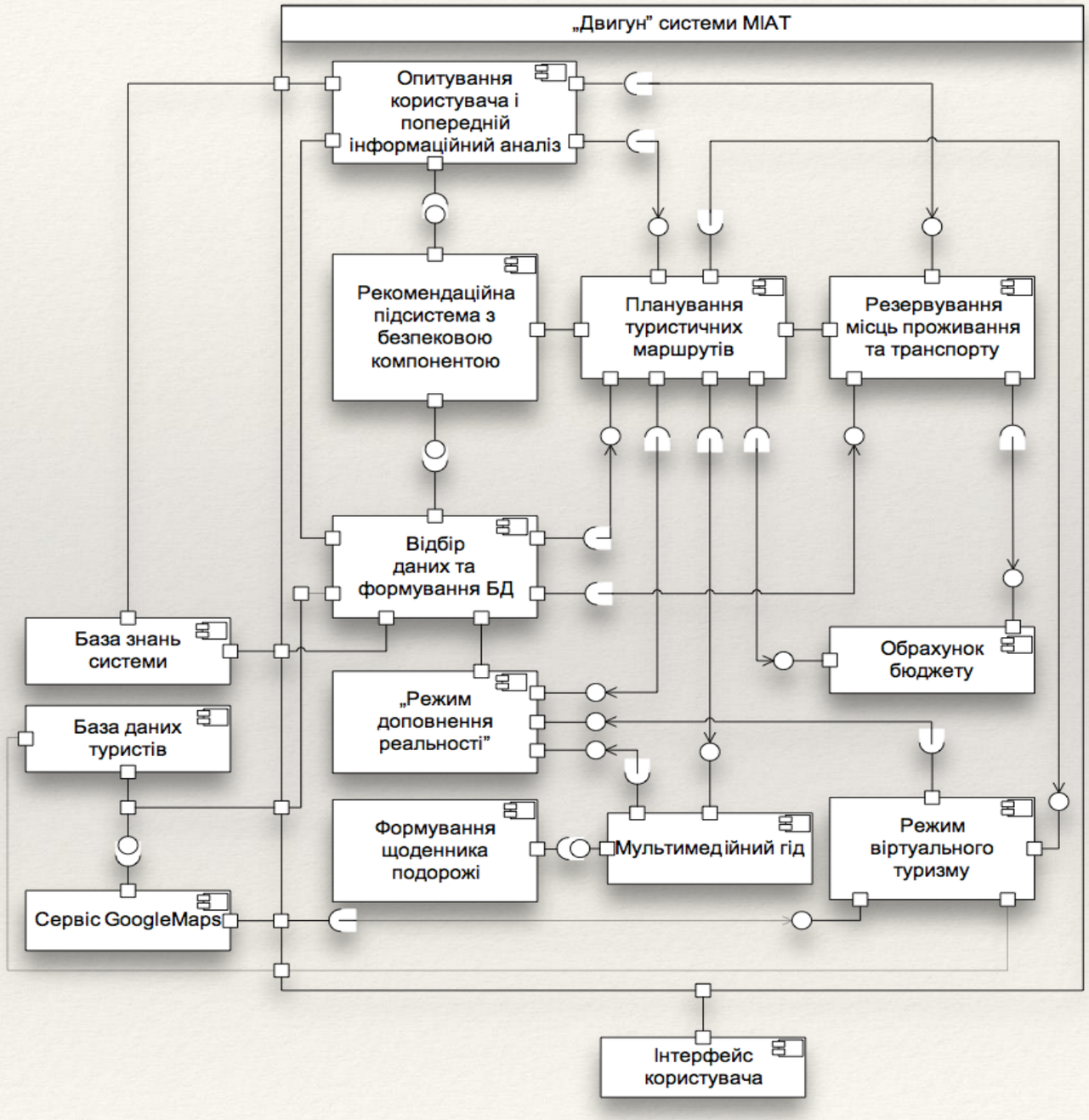
Мета наукової роботи полягає у розробленні математичних методів та формуванні комплексу прикладних мобільних інформаційних технологій туристичного спрямування з функціональною компонентою визначення рівня небезпек в туристичному регіоні та генерування безпекових рекомендацій туристу.

Об’єктом дослідження: інформаційний та технологічний супровід туриста під час здійснення ним подорожі, забезпечення безпеки життя і здоровя туриста.

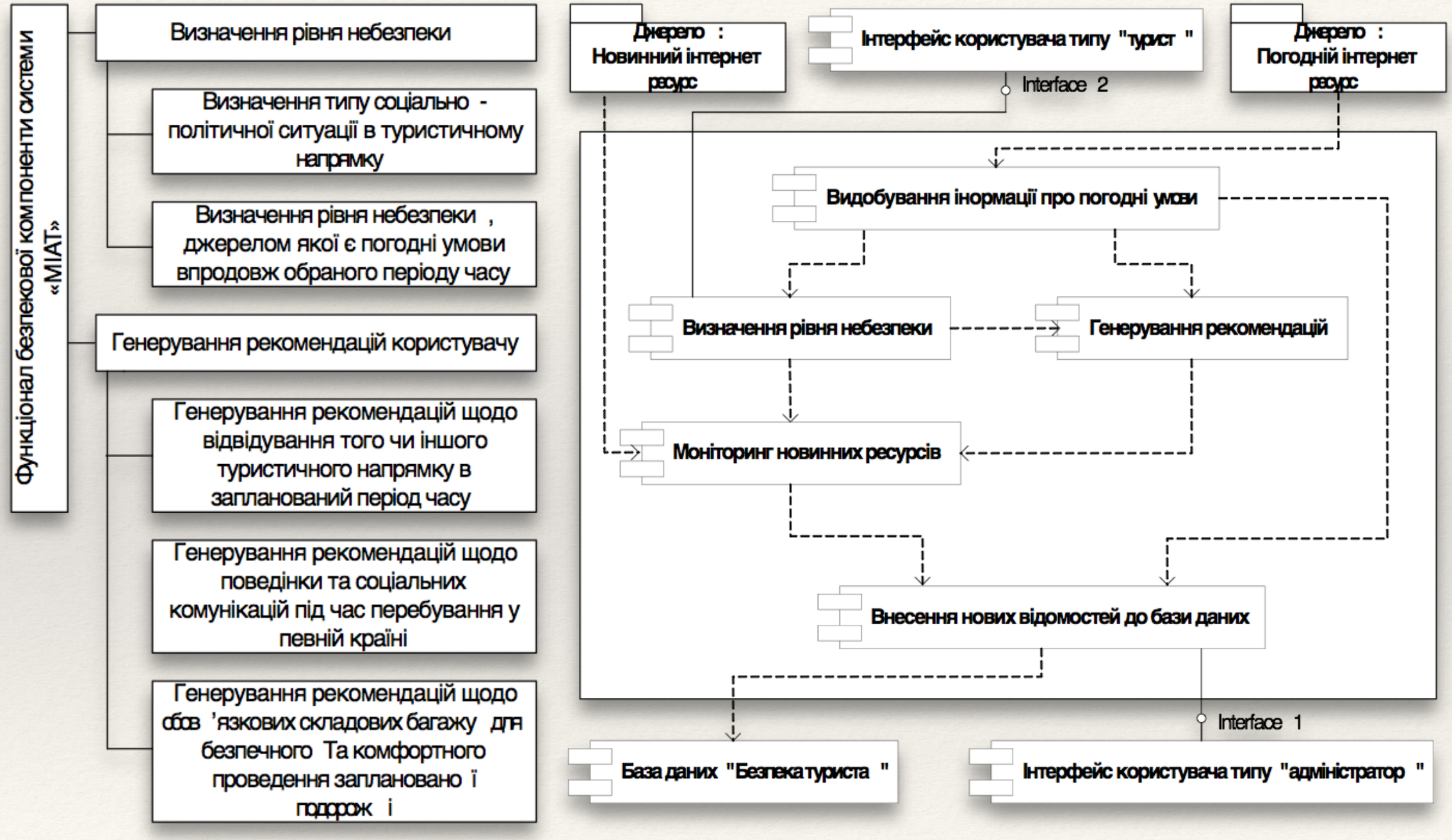
Предмет дослідження є мобільні інформаційні технології в галузі туризму, BigData, ANFIS, DataMining, DAISY.

Мобільний інформаційний асистент туриста

«Мобільний інформаційний асистент туриста» (МІАТ) - це система яка забезпечуватиме комплексний повнофункціональний інформаційно-технологічний супровід туриста на етапах планування та здійснення ним подорожі з використанням широкого спектру сучасних інформаційних технологій.



Безпекова рекомендаційна компонента “Безпечний туризм”



Розрахунок показників атрактивності території адитивними методами

Атрактивність природних ресурсів

$$K_j = \frac{\sum_{i=1}^{m} r_{ij}}{\sum_{j=1}^{n} \sum_{i=1}^{m} r_{ij}}$$

Атрактивність історико-культурних ресурсів

$$H_j = \frac{\sum_{i=1}^{f} h_{ij}}{\sum_{j=1}^{n} \sum_{i=1}^{f} h_{ij}}$$

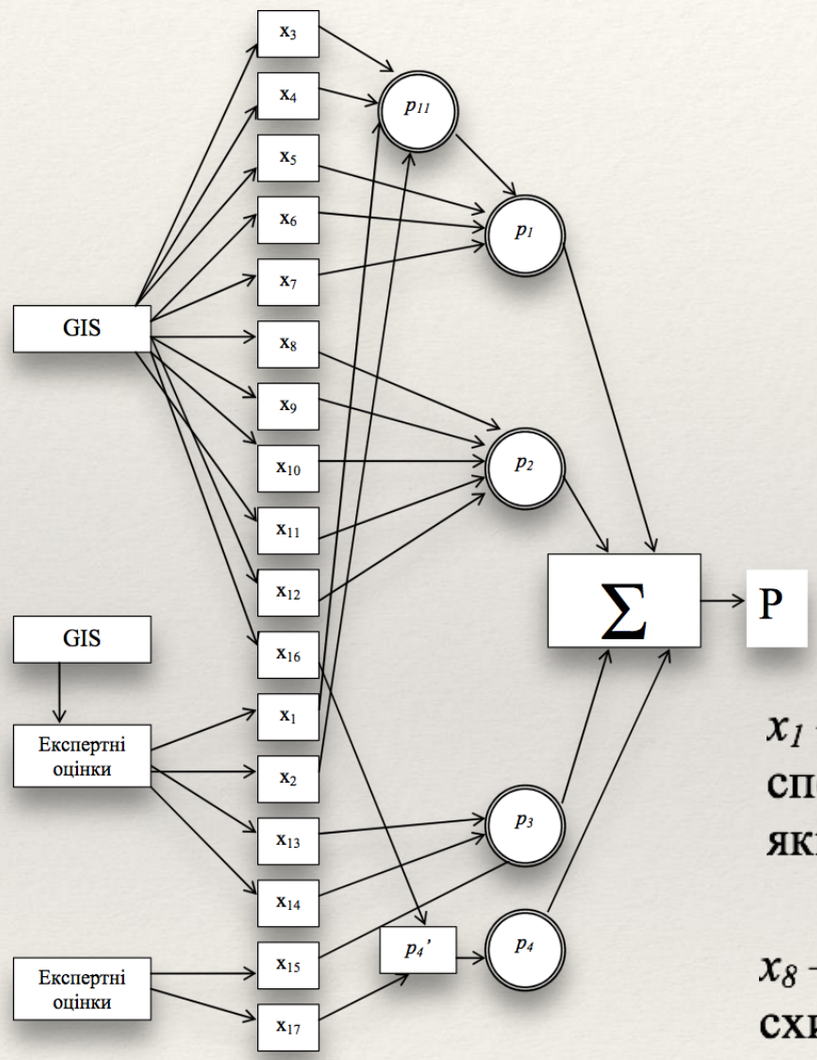
де K_j – сумарна оцінка природного ТРР (ПТРР) j-ї території, H_j – коефіцієнт атрактивності історико-культурного фонду j-ї території, n – загальна кількість досліджуваних територіальних одиниць, m – кількість досліджуваних факторів ПТРР, f – загальна кількість одиниць історико-культурного фонду на досліджуваній території, k_{ij} – бальна оцінка i-го фактора ПТРР для j-ї території, h_{ij} – бальна оцінка i-ї пам'ятки історії та археології, компонентів архітектурних пам'яток, пам'яток історії, етнографічних пам'яток, тощо.

Сумарна атрактивність території

$$P_j = K_j \cdot k_j + H_j \cdot h_j$$

де k_j – питома вага цінності природних ТРР, h_j – питома вага цінності історико-культурних ТРР

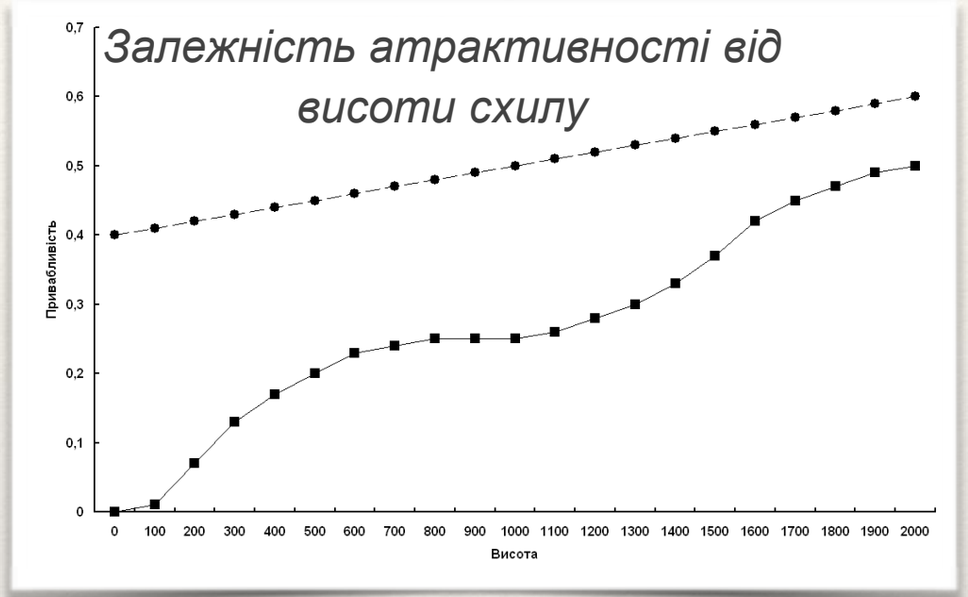
Розрахунок атрактивності території апаратом нечіткої логіки



$$P = \langle X, \mu, F_{Fuzzy} \rangle$$

$$X = \{x_i\}$$

$$\mu = \{\mu_{ij}\}$$



x_1 – плавання; x_2 – сплав по гірській річці; x_3 – риболовля; x_4 – катання по спокійних водоймах на човнах, катамаранах тощо; x_5 – тип водойми; x_6 – якість під'їзних шляхів; x_7 – підготовленість території для відпочинку

x_8 – висота схилу; x_9 – довжина схилу; x_{10} – експозиція схилу; x_{11} – крутизна схилу; x_{12} – якість під'їзних шляхів

x_{13} – пікніки; x_{14} – збирання ягід, грибів; x_{15} – інші розваги на природі (наприклад, катання на конях, велосипедах тощо)

Розрахунок атрактивності території апаратом нечіткої логіки

Картографічне представлення атрактивності

$$\Delta_x = \bigcup_{k=0}^{N}\{x_k\} \qquad x_k = x_o + kh_x,\ k = \overline{0,N} \qquad h_x = \frac{b-a}{N}$$

$$\Delta_y = \bigcup_{l=0}^{M}\{y_l\} \qquad y_l = y_0 + lh_y,\ l = \overline{0,M} \qquad h_y = \frac{d-c}{M}$$

де $(a,c),(b,d)$ – координати протилежних вершин прямокутника Π, Δ_x,Δ_y – величина граней сітки, $\{x_k\},\{y_l\}$ – координати вузлів сітки, N,M – кількість частин на яку розбивається грань $[a,b]$ та $[c,d]$ прямокутника Π, відповідно

Інтегральна атрактивність

$$\overline{P}_j = \frac{\int_{S_j} P(S)dS}{\int_{S_j} dS}$$

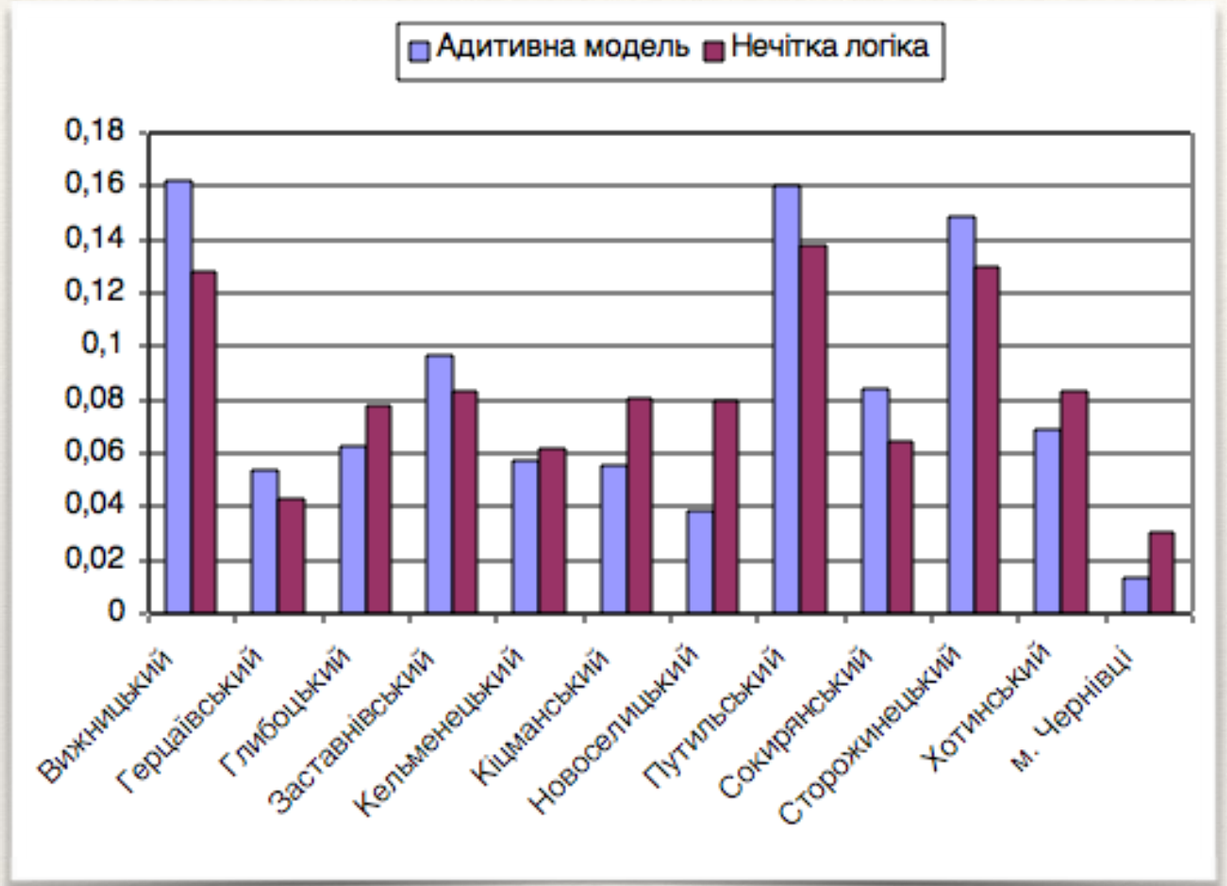
$P(S)$ - атрактивність території площею dS, $S_j \subset S$. S – площа досліджуваного регіону, n – кількість територіальних одиниць. Інтеграл у формулі (5) береться по площі j-ї територіальної одиниці

Рекреаційний потенціал

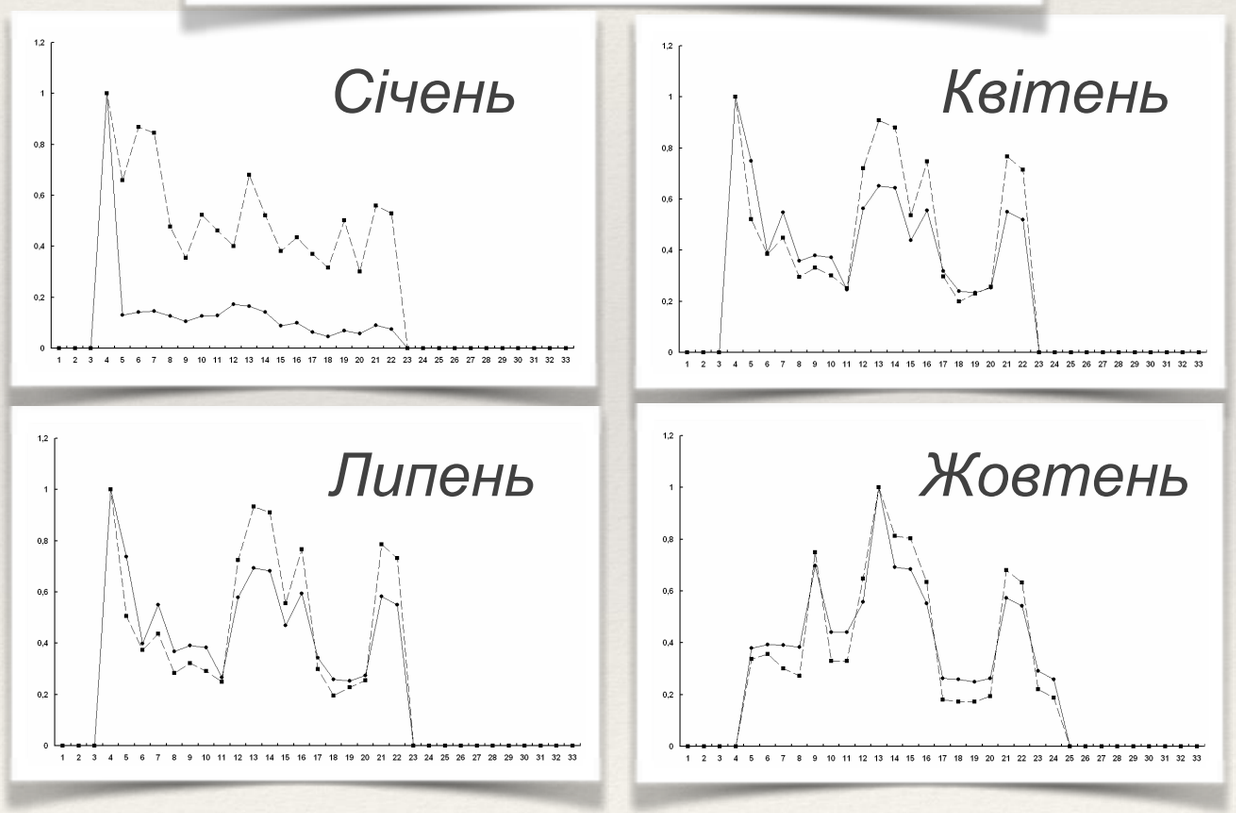
$$\overline{K}_j = \frac{\Psi_j L_j}{\sum_{j=1}^{n}\Psi_j L_j} \qquad \Psi_j = \frac{\overline{P}_j S_j}{\sum_{j=1}^{n}\overline{P}_j S_j}$$

L_j – чисельність населення j-ї територіальної одиниці

Аналіз інтегральної оцінка атрактивності районів Чернівецької області

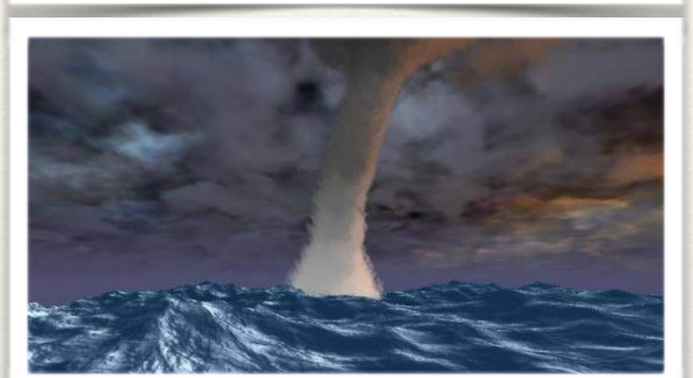


Показники атрактивності районів Чернівецької області



Залежність атрактивності від географічного положення

Застосування ANFIS для прогнозування лісових пожеж та ураганів



Input fields
the flow of >1 MeV protons (X1),
the flow of >10 MeV protons (X2),
the flow of >100 MeV protons (X3),
the flow of >0.6 MeV electrons (X4),
the flow of >2 MeV electrons (X5),
the 10.7 cm solar flux (X6),
the solar wind speed max (X7),
the solar wind speed average (X8),
the solar wind temperature (X9).

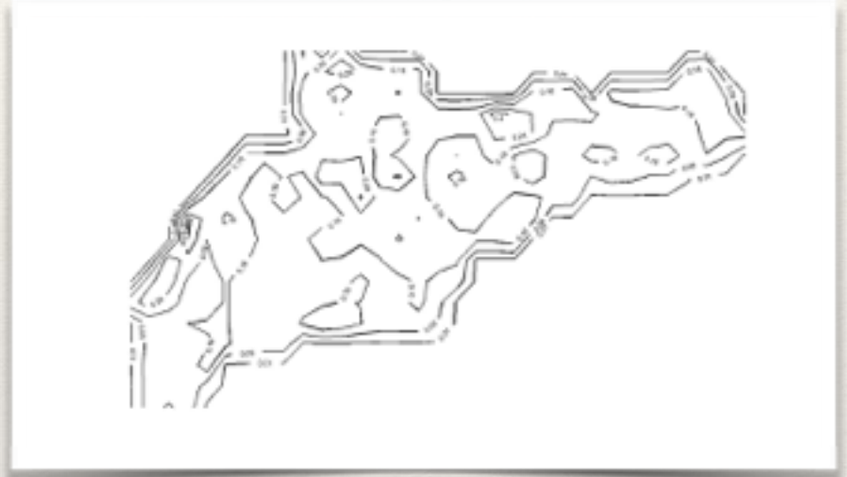
Data Set

Output fields:
The number of fires - F

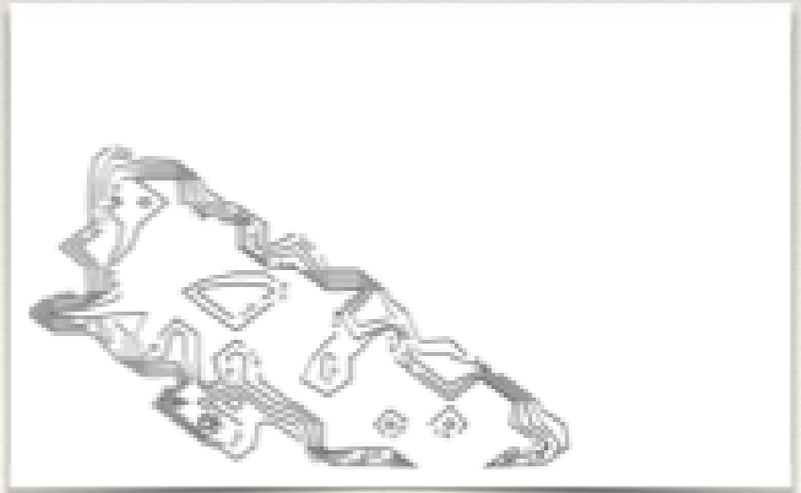
The number of hurricanes:
Athlantic – Ha,
East Pacific – He,
West Pacific – Hw
total hurricanes – Ht

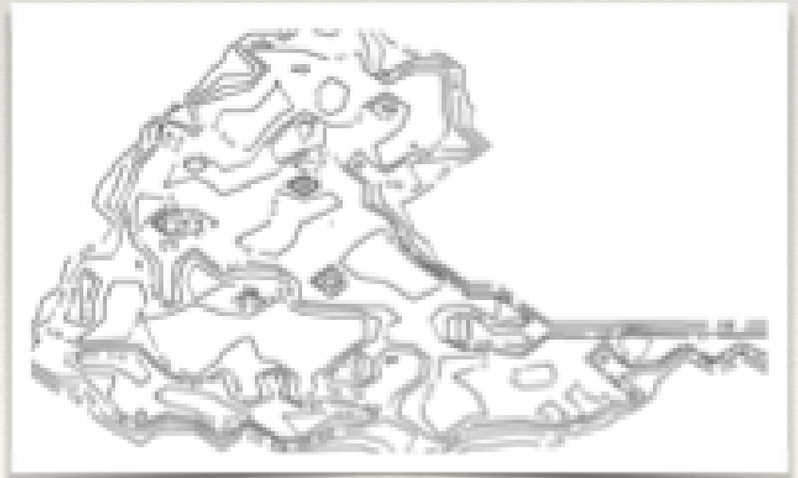
Карти прогнозних туристичних потоків на основі нечіткої логіки

Зима

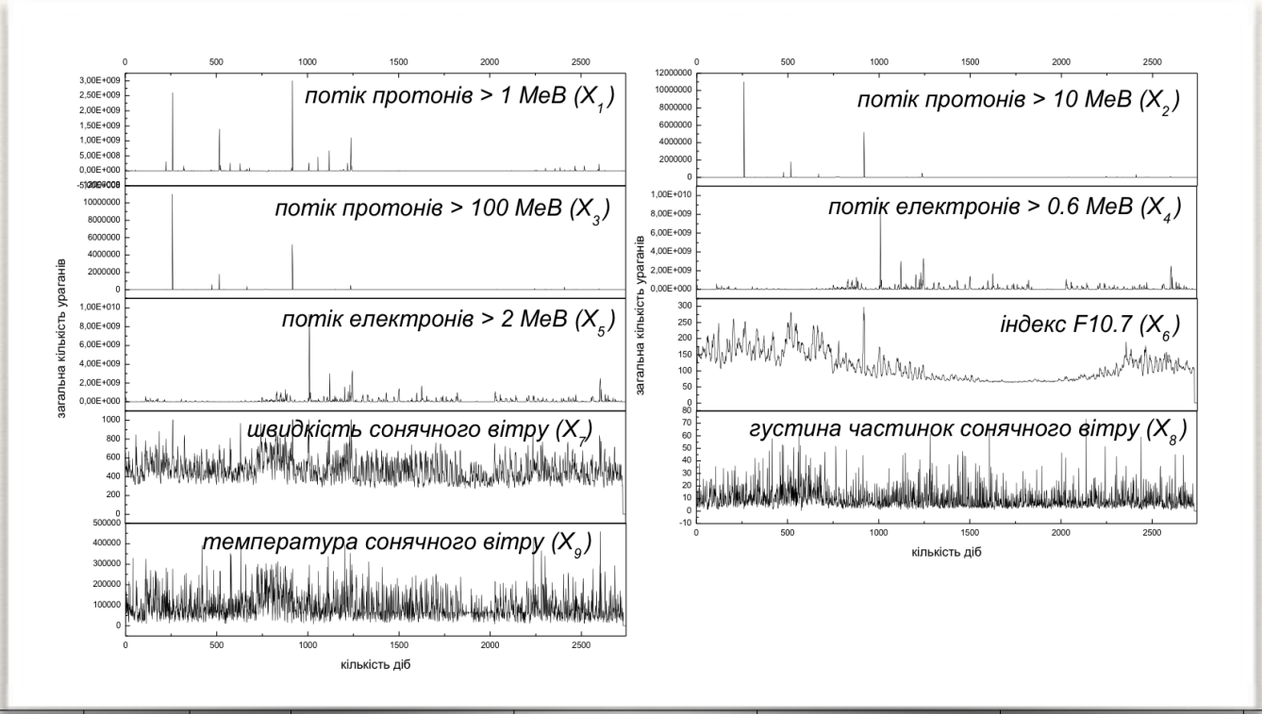


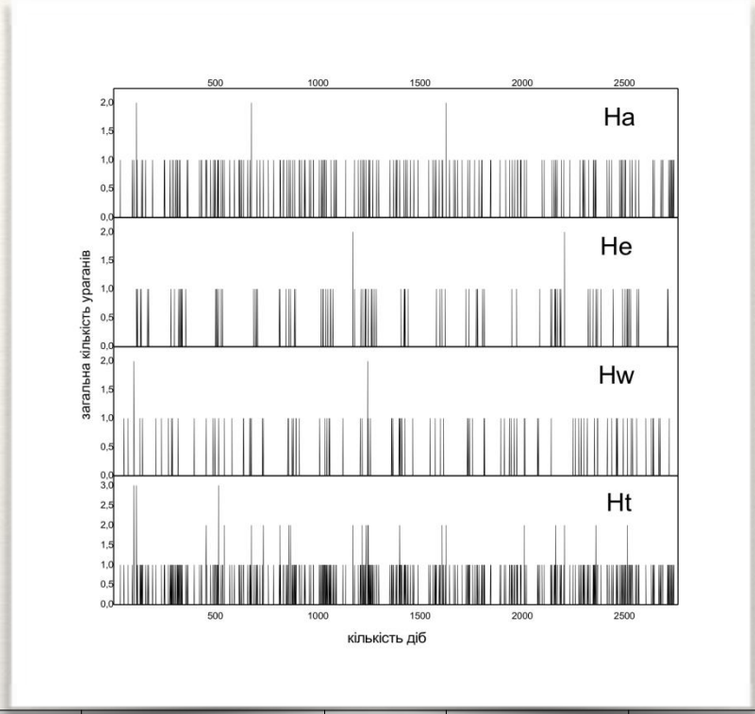
Літо





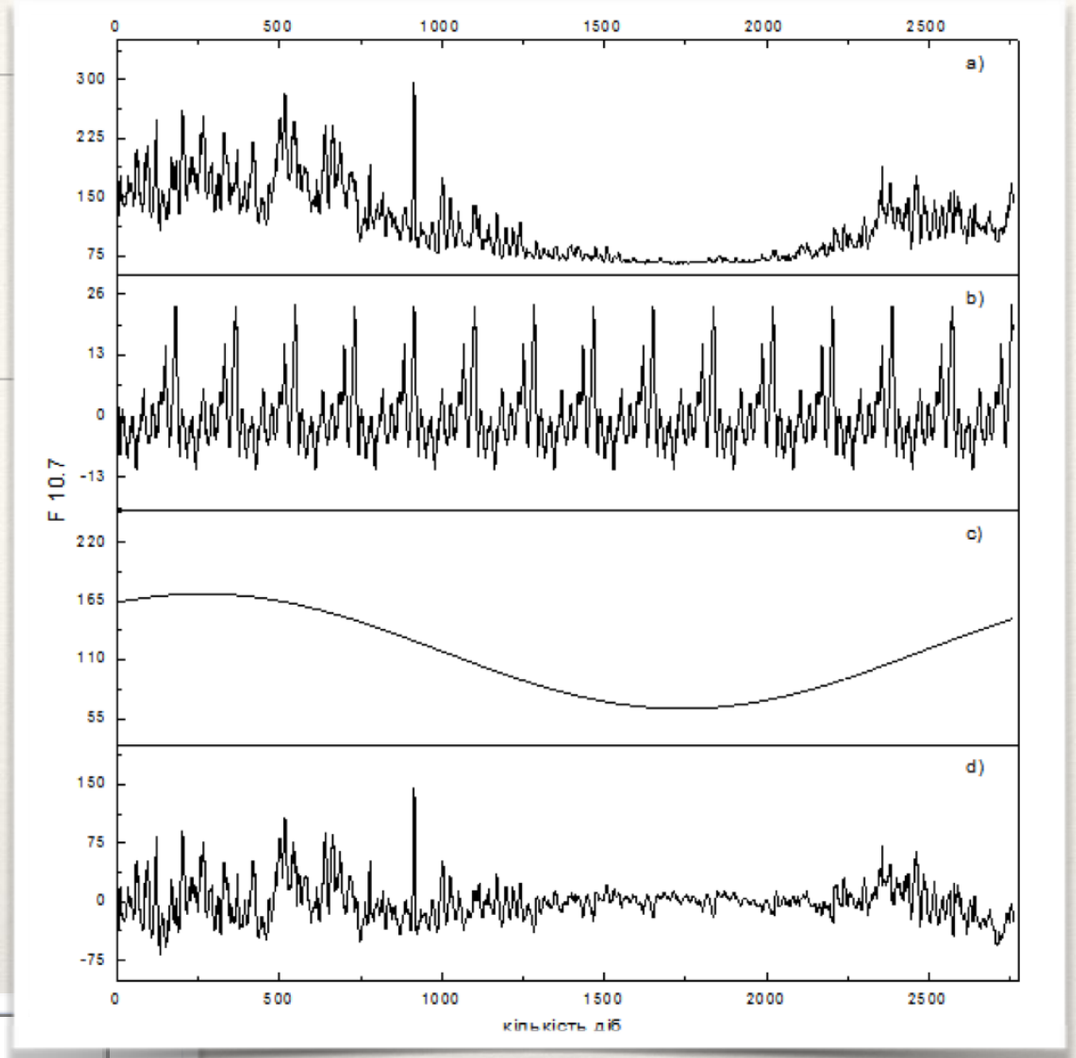
Data Set





Year	Month	Day	>1MeVProtoni	>10MeVProtoni	>100MeVProtoni	>0.6MeVElektroni	>2MeVElektroni	Solar Fluks 10,7	Pojava	BrzinaMax	OriginalMax	pozari SAD
2004	4	30	230000	13000	2700	3500000000	3800000	89	0	463	460	190
2004	5	1	180000	13000	2700	2500000000	830000	94	0	454	442	92
2004	5	2	160000	13000	2800	3100000000	1400000	98	0	446	404	122
2004	5	3	170000	13000	2900	4900000000	2500000	91	0	374	364	386
2004	5	4	210000	13000	3000	4000000000	2000000	87	0	447	442	143
2004	5	5	290000	13000	3000	4600000000	5400000	89	0	670	591	98
2004	5	6	180000	14000	3100	9800000000	6600000	86	0	621	586	108
2004	5	7	400000	13000	2900	19000000000	52000000	85	0	564	516	186
2004	5	8	350000	13000	3000	33000000000	160000000	87	0	502	476	80
2004	5	9	240000	14000	3100	36000000000	190000000	93	0	466	460	83
2004	5	10	220000	14000	3000	37000000000	240000000	93	0	426	410	230
2004	5	11	240000	13000	3000	8500000000	34000000	90	0	435	421	183
2004	5	12	170000	14000	3000	2000000000	2300000	99	0	437	421	136

Результати розрахунків

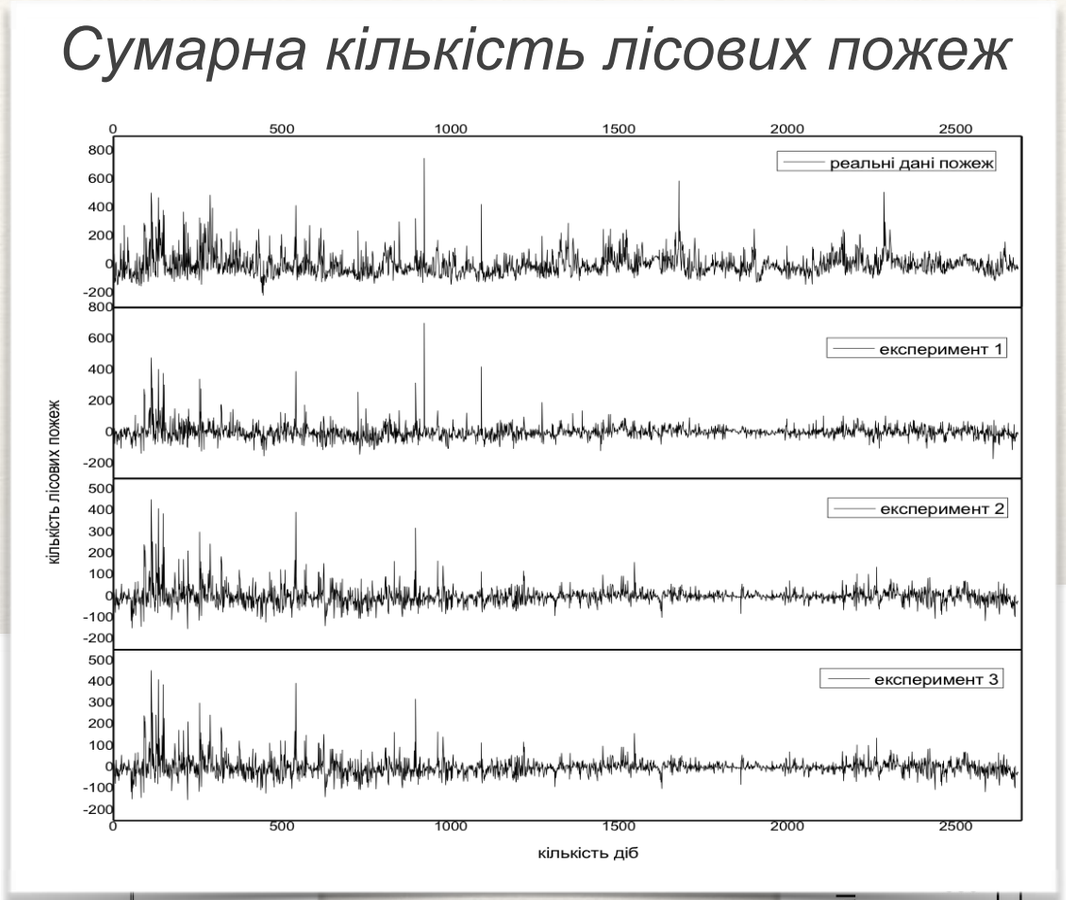


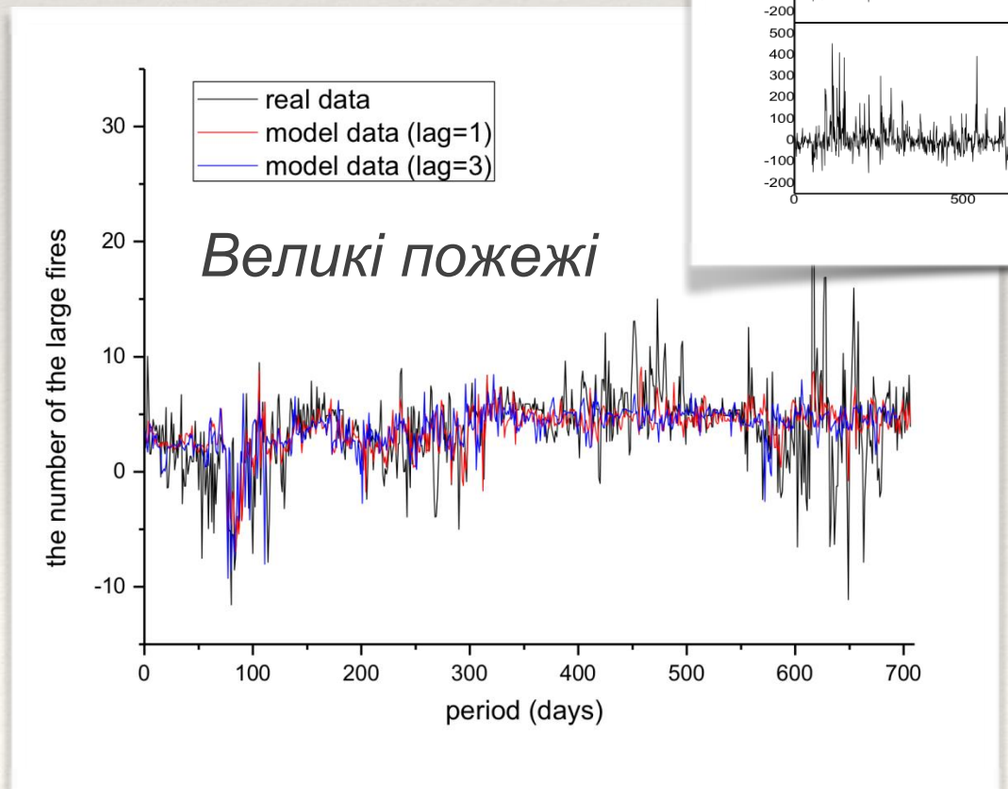
Усунення сезонності

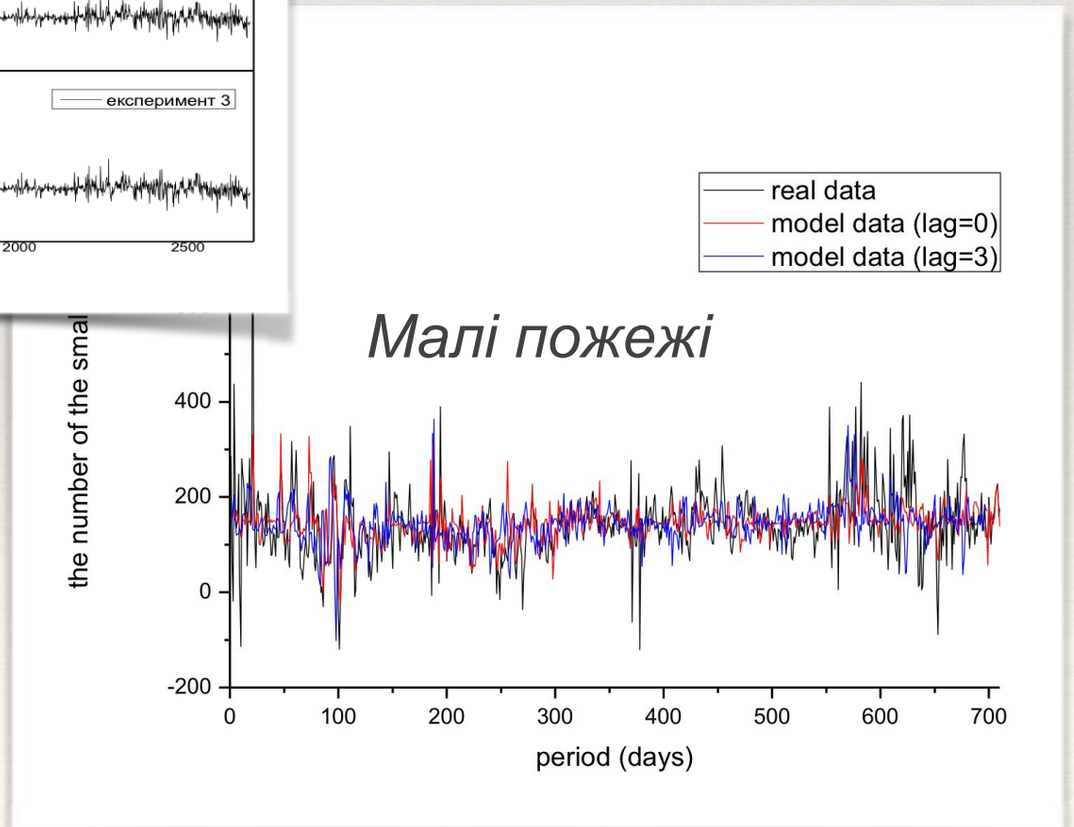
R/S analysis

Factor		Hurst index	Fractal dimension
>1 MeV Proton	X_1	0,52	1,48
>10 MeV Proton	X_2	0,43	1,57
>100 MeV Proton	X_3	0,4	1,6
>0.6 MeV Electron	X_4	0,94	1.06
>2 MeV Electron	X_5	0,72	1,28
SolFluks 10.7cm	X_6	0,71	1,29
Speed	X_7	0,84	1,16
Np	X_8	0,96	1,04
temp	X_9	0,84	1,16
Atlantic	Ha	0,41	1,59
East Pacific	He	0,33	1,67
West Pacific	Hw	0,54	1,46
Total hurricanes	Ht	0,5	1,5

Результати прогнозування лісових пожеж

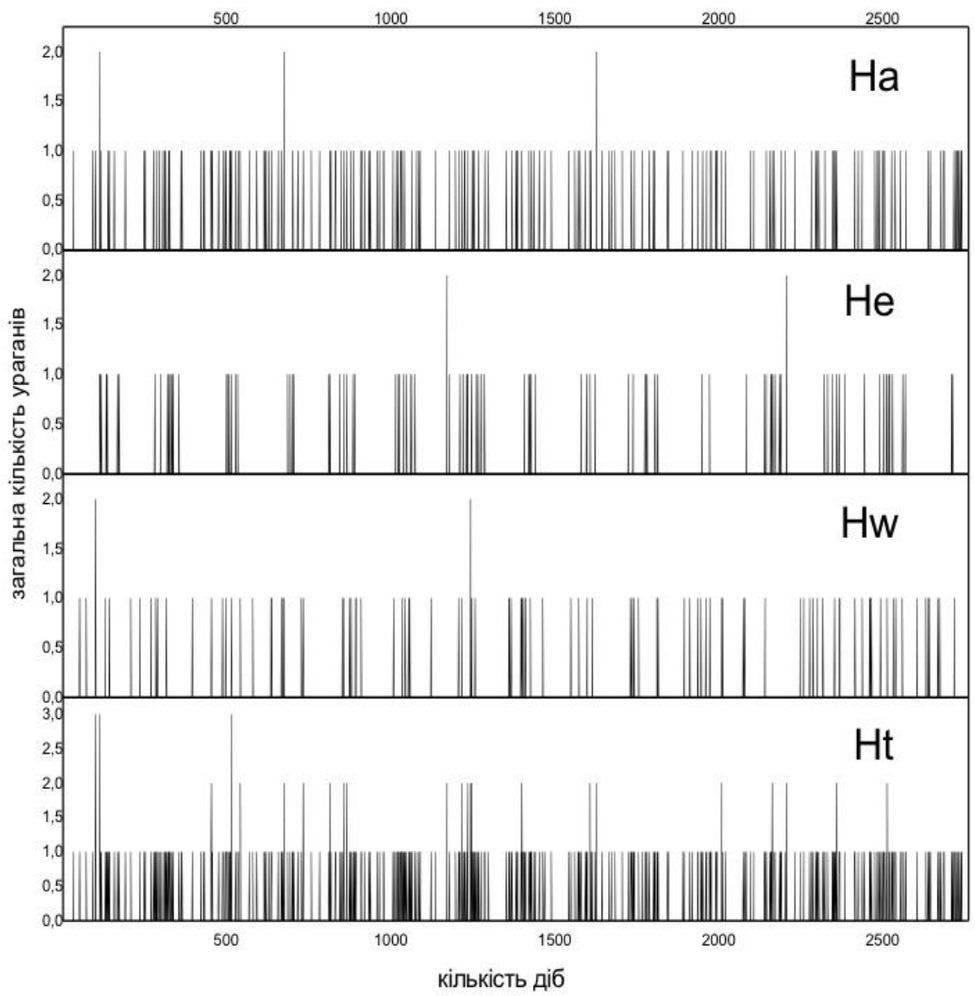




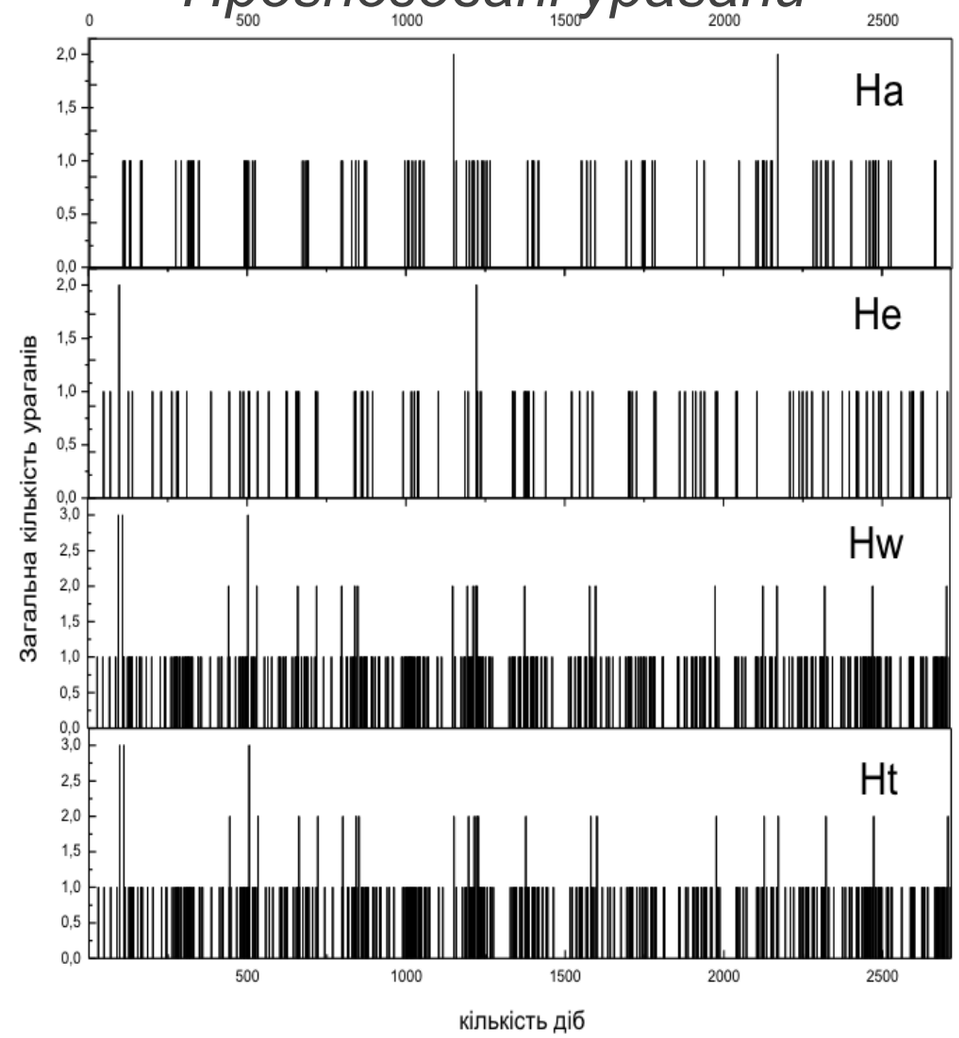


Результати прогнозування ураганів

Реальні дані



Прогнозовані урагани



Аналіз точності

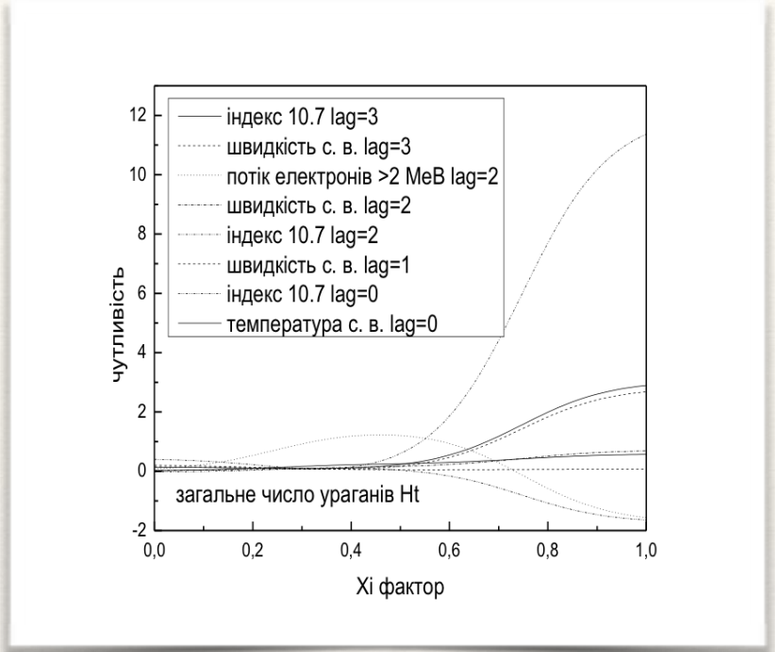
Урагани

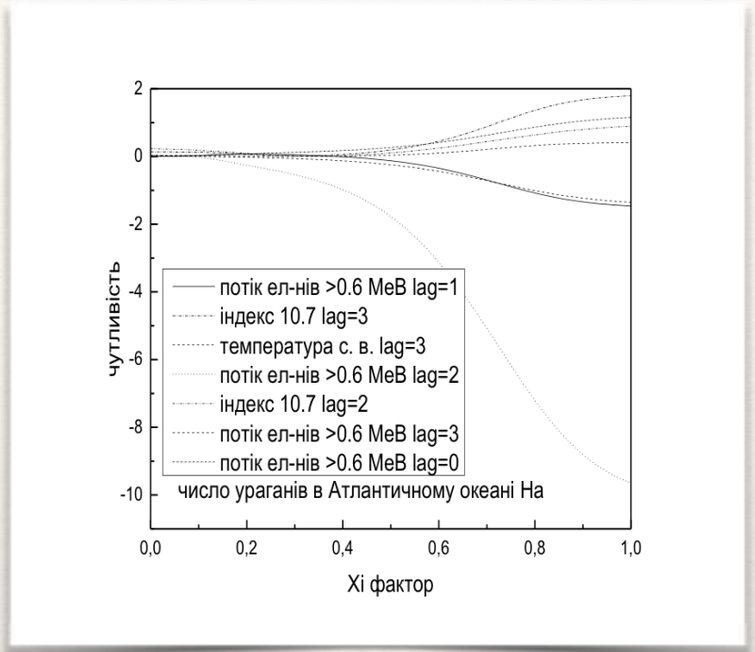
Моделі	Кількість даних	Кількість даних (включаючи нулі)		Реальні появи ураганів	Модельні появи ураганів	Пояснені моделлю виникнення ураганів		Помилкові прогнози ураганів		Непояснені причини ураганів		Середньо-квадратичне відхилення інтенсивності
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ha	2715	2637	97%	99	23	22	22%	1	1%	77	78%	0,1759
He	2715	2639	97%	102	26	26	25%	-	0%	76	75%	0,1673
Hw	2715	2576	95%	187	50	49	26%	1	1%	138	74%	0,2263
Ht	2715	2420	89%	368	87	82	22%	5	1%	286	78%	0,3444

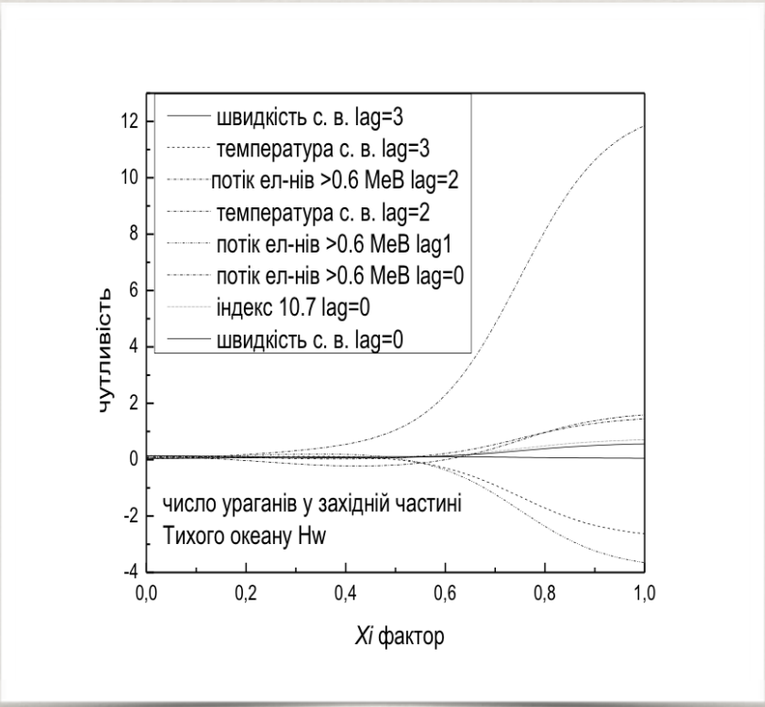
Лісові пожежі

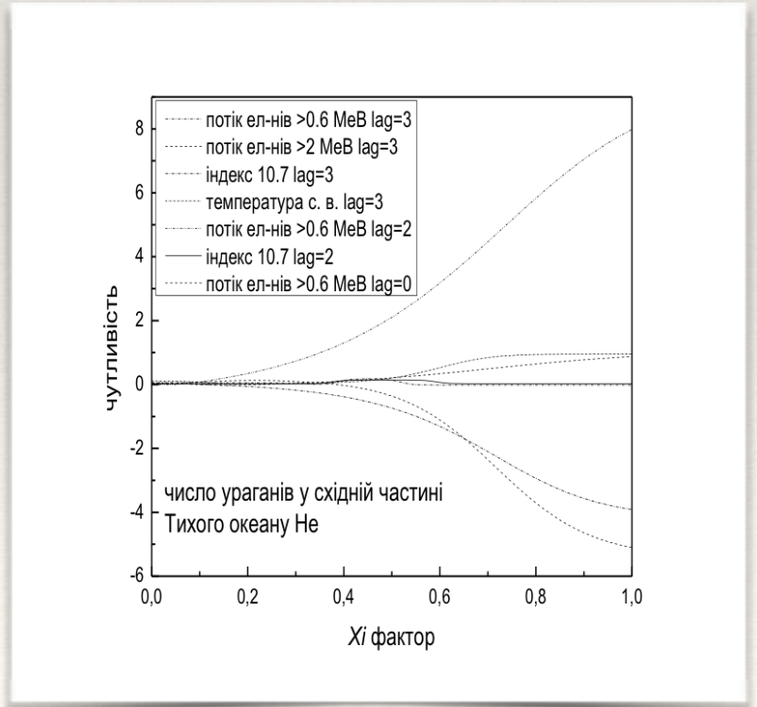
lag	Реальна кількість пожеж	Прогнозовані спалахи пожеж	Пояснені моделлю спалахи пожеж з точністю 1 доба		Середня різниця в амплітуді	Помилкові піки з точністю 1 доба		Не пояснені моделлю спалахи пожеж		Пояснені моделлю спалахи пожеж з точністю ±1 доба		Середня різниця в амплітуді	Помилкові піки з точністю ±1 доба	
1.	2.	3.	4.		5.	6.		7.		8.		9.	10.	
Lag	Малі пожежі													
0	207	189	73	35%	-4,6%	116	61%	48	23%	169	82%	-4,4%	20	11%
1	206	187	59	29%	-7,7%	128	68%	53	26%	170	83%	-3,4%	17	9%
2	204	197	78	38%	-5,1%	119	60%	44	22%	178	87%	-3,4%	19	10%
3	202	185	78	39%	-5,1%	107	58%	41	20%	170	84%	-2,1%	15	8%
4	202	180	65	32%	-1,2%	115	64%	42	21%	162	80%	-2,9%	18	10%
5	201	182	76	38%	6,7%	106	58%	38	19%	159	79%	-4,1%	23	13%
Lag	Великі пожежі													
0	229	191	71	31%	11,6%	120	63%	55	24%	186	81%	-6,2%	5	3%
1	229	210	82	36%	2,1%	128	61%	60	26%	210	93%	2,3%	0	0%
2	226	194	75	33%	-1,9%	119	61%	52	23%	194	86%	12,8%	0	0%
3	225	189	66	29%	-2,4%	123	65%	58	26%	188	88%	13,7%	1	1%
4	223	193	69	31%	33,1%	124	64%	56	25%	177	79%	3,2%	16	8%
5	222	197	71	32%	13,3%	126	64%	56	25%	189	85%	22,3%	8	4%

Аналіз чутливості

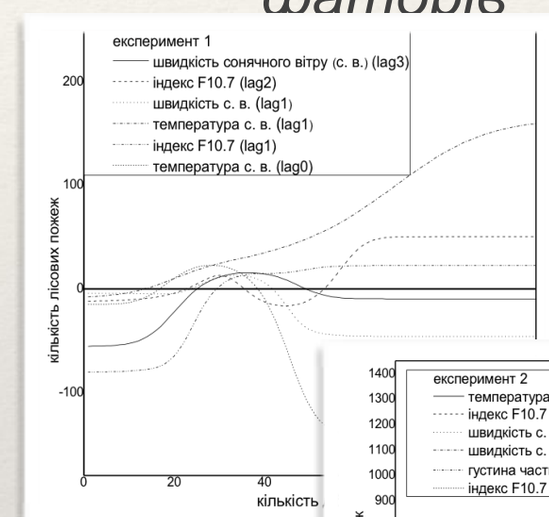


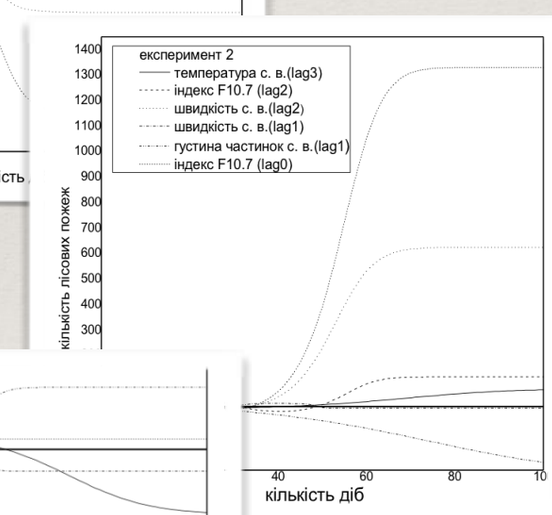


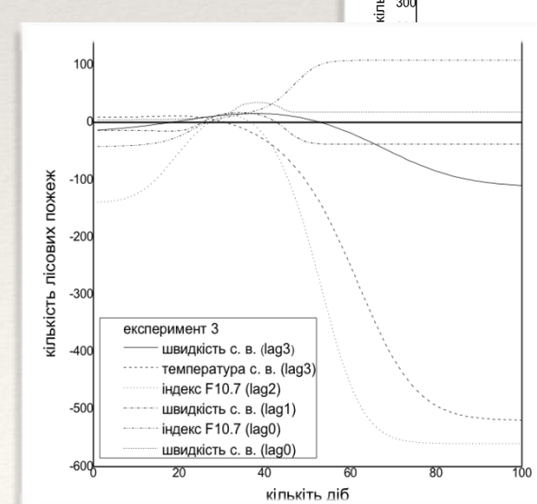




Чутливість кількості лісових пожеж та ураганів від ключових фаторів





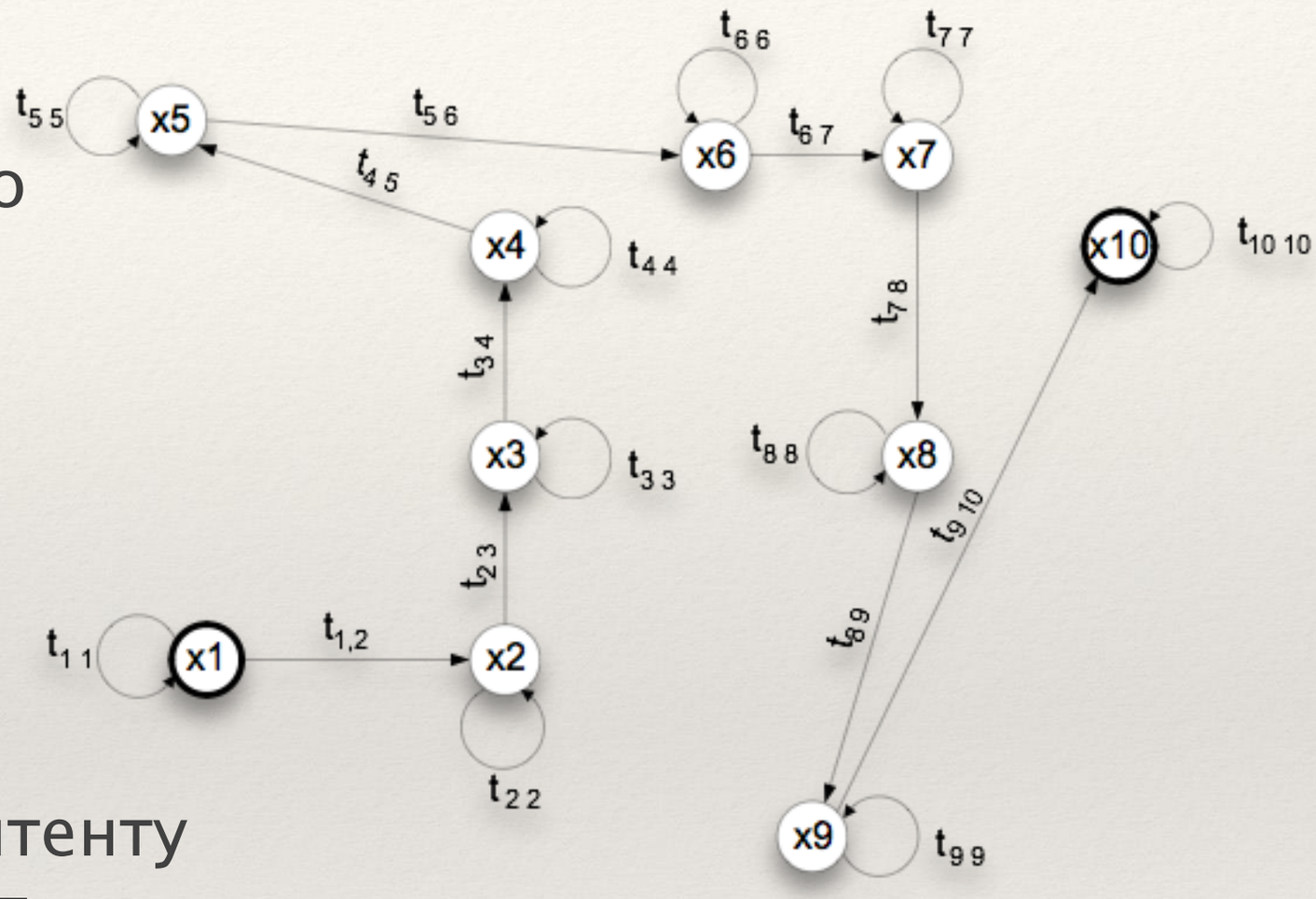


Особливості функціонування підсистеми “Мультимедійний путівник” системи “МІАТ”

Оригінальність пропонованого підходу полягає у

динамічному
персоніфікованому
мобільному
інтелектуальному

формуванні аудіо та відео контенту для мобільного інформаційно-технологічного супроводу користувача під час реалізації ним туристичної подорожі.



x_i -туристичні об’єкти;

$t_{i,j}$ -тривалість переходів;

$t_{i,i}$ -тривалість зупинок.

Функціональні залежності при формуванні екскурсійного маршруту

$$KE = f(\bar{x}, \bar{\bar{t}}, \bar{k}, \overline{kt}, \overline{ki})$$

$$KE_i = \varphi(x_i, \sum_{j=i}^{n} t_{i,j}, \bar{I}, \bar{k}, \overline{kt}, \overline{ki}, \bigcup_{j=1}^{i-1} KE_j)$$

КЕ – динамічний індивідуальний мультимедійний контент для супроводу екскурсії;

$\bar{x}$ – масив цільових точок туристичного маршруту (туристичних об’єктів);

n – кількість цільових точок маршруту;

$\bar{\bar{t}}$ – масив часових інтервалів значень орієнтовних тривалостей зупинок на цільових точках та переходів між ними;

Т – загальна тривалість екскурсії : $T = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} t_{ij}$;

$\bar{k}$ – масив «квантів знань» по туристичних об’єктах;

$\overline{kt}$ – масив тривалостей відтворення «квантів знань»;

$\overline{ki}$ – відображення «квантів знань» індивідуальним характеристикам користувачів.

KE_i – екскурсійний контент, що стосується i-го цільового об’єкта, або шляху від попереднього об’єкту;

$\bigcup_{j=0}^{i-1} KE_j$ – екскурсійний контент, що асоційований з попередніми цільовими точками маршруту;

Алгоритм динамічного формування екскурсійного контенту

Крок 1. При додаванні до екскурсійного маршруту нової цільової точки, із загальної бази знань DAISY-путівників здійснюється персоналізований відбір тих квантів знань, що стосуються зазначеного туристичного об'єкту.

K[n] – масив відібраних квантів знань

Крок 2. Відібрані кванти знань структуруються у форматі онтологій.

O[n]=<C, R>, де O[n] – онтологія і-го кванту знань, C – множина концептів (понять), R – множина відношень (зав'язків).

Крок 3. В результуючу онтологію екскурсійного супроводу по туристичному об'єкті заносяться дані про всі гілки онтологічного дерева, що не повторюються в загальній онтології екскурсії.

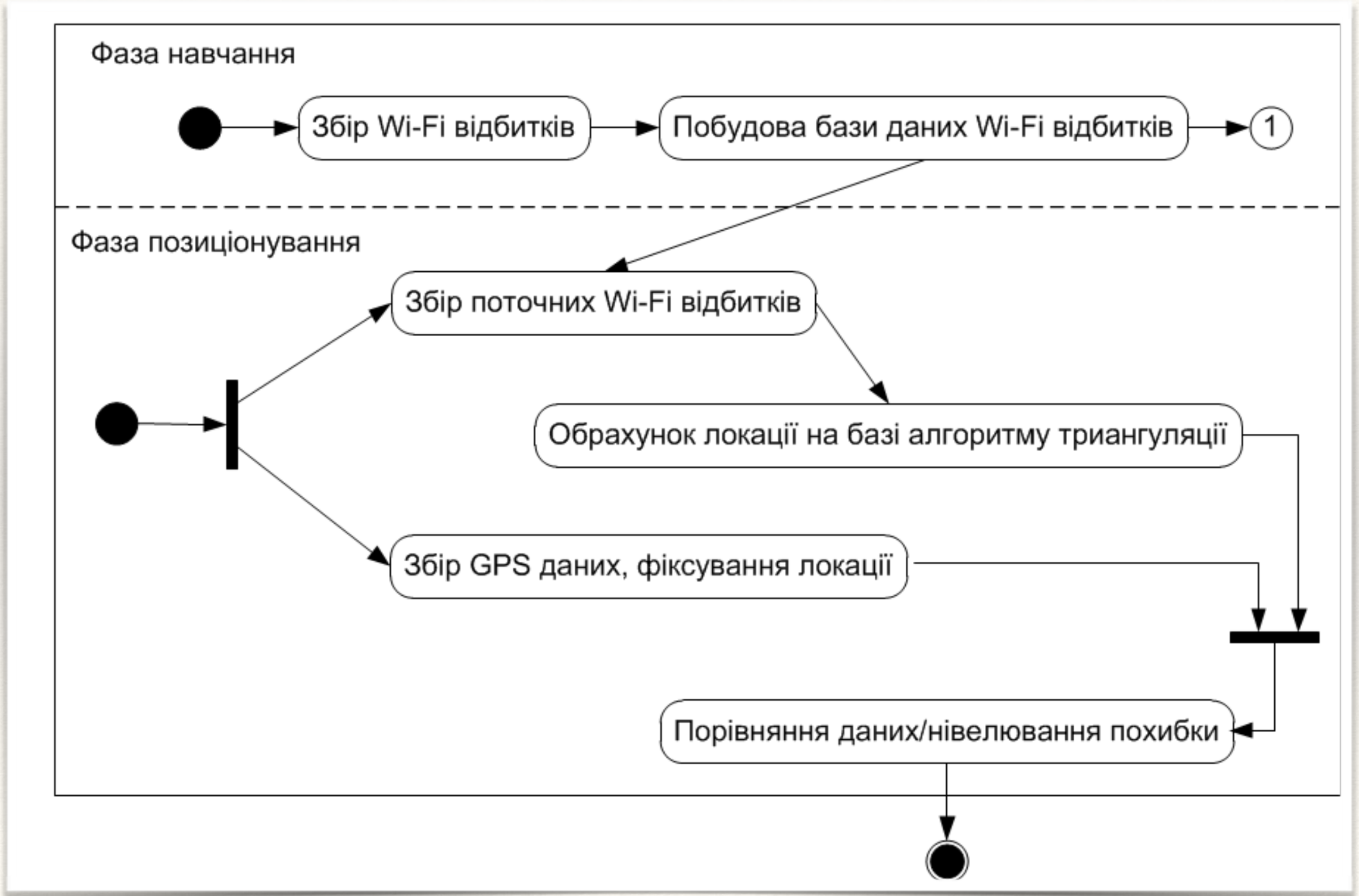
$$O_{\text{т.о}} = (O[1] \cup O[2] \cup \cdots \cup O[n]) \backslash \mathrm{O}_{\text{заг}},$$

Де $O_{\text{заг}}$ - онтологія контенту екскурсії, $O_{\text{т.о}}$ - результуючу онтологію екскурсійного супроводу по туристичному об'єкті.

Крок 4. Загальна онтологія об'єднується із сформованою онтологією екскурсійного супроводу користувача з метою подальшого її використання при формуванні інформаційного супроводу користувача на наступному туристичному об'єкті.

$$O_{\text{заг}} = O_{\text{заг}} \cup O_{\text{т.о}}.$$

Позиціонування користувача всередині приміщень



Функціональне порівняння системи «MIAT» з існуючими аналогами

Мобільні інформаційні туристичні системи	Створення маршрутів	Доступ в режимі Offline	Інформація про визначні пам'ятки	Інформація про місця проживання	Резервування місця проживання	Інформація про місця харчування	Інформація про події та розваги	Інформація про транспорт	Наявність заготовлених маршрутів	Зв'язок з соціальними мережами	Динамічна карта	Навігація, GPS	Аудіо-гід	Безпекова компонента
RouteIt	+	-	-	+	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-
Malaysia Trip Planner	-	-	+	-	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-
Minube	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-
Планувальник подорожі	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	-	-
TourPal	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	-
TripAdvisor	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	+	+	+	-
MIAT	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+

Функціональне порівняння системи «МІАТ» з існуючими аналогами

Мобільні Аудіо-гіди	Загальна інтерактивна карта	Інтерактивна карта туристичних об'єктів	Попередньо сплановані тури	Можливість формування туристичних маршрутів	Професійний перевірений контент	Наявність фото та відео супроводу	Тури по містам України	Позиціонування та навігація користувача	Режим офлайн
PocketGuide	+	–	–	+	+	+	м. Київ	+	+
AudioViator	+	+	+	–	–	+	–	+	+
izi.TRAVEL	+	–	+	–	–	+	м. Львів, м.Київ, м. Припять	+	+
1000Guides	+	–	–	+	+	+	–	+	+
Palmipedo	+	–	+	+	+	–	–	+	–
Zourist	–	+	–	–	+	–	–	?	+
Louvre Audio Guide	–	+	+	+	+	–	–	?	–
МІАТ	+	+	-	+	+	+	+	+	+

Нові наукові результати:

Вперше спроектовано мобільну систему інтелектуального інформаційного супроводу туриста, що забезпечує інформаційну підтримку туриста при вирішенні комплексу питань щодо здійснення подорожі та 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 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 обчислення атрактивності території на основі апарату нечіткої логіки, що, на відміну від класичних адитивних методів, дає змогу враховувати нелінійний зв’язок між якісними величинами та динаміку зміни атрактивності території 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. Вперше в було встановлено, що пропоновані моделі дають змогу пояснити до 47% лісових пожеж, а відхилення по амплітуді в межах 5% свідчить про точність моделювання.

Вперше розроблено інформаційну технологію динамічного індивідуального персоналізованого інтелектуальногоу формуванню аудіо та відео контенту для інформаційного супроводу користувача під час реалізації ним туристичної подорожі.

Висновки

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.

Опублікування результатів дослідження:

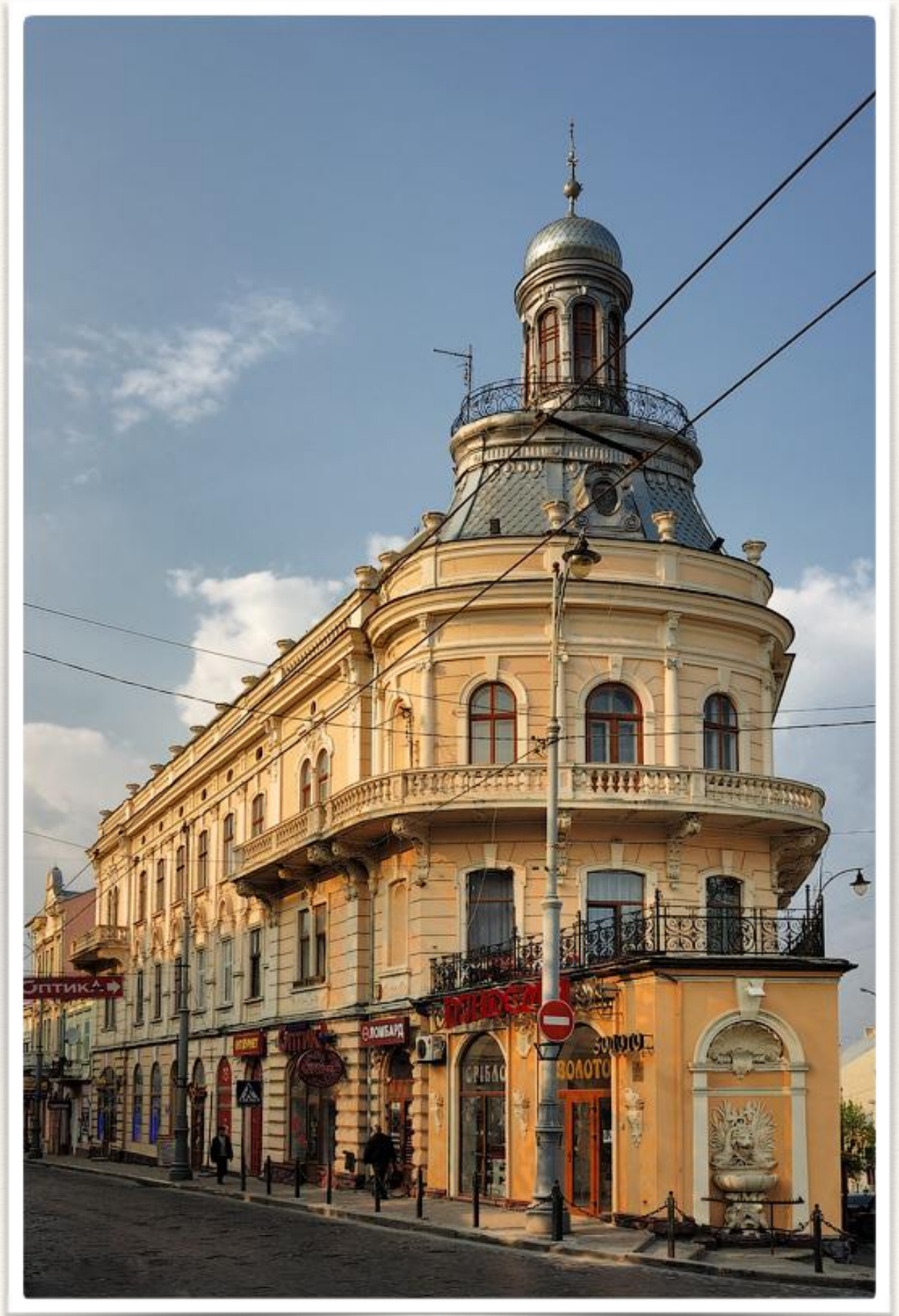
За темою наукового дослідження опубліковано 172 наукові праці (у тому числі 7 монографій 28 статтей у фахових виданнях України, 52 – у виданнях, що індексуються у науково-метричнех базах даних, 85 тез в збірниках матеріалів конференцій, серед яких 40 – у виданнях, що входять до наукометричних баз даних).

Згідно бази даних Google Shcolar загальна кількість посилань – складає 205, h-індекс – 8.

Ярослав Виклюк & Валерія Савчук

Дякуємо за увагу!

ПВНЗ “Буковинський університет”

&

Національний університет
«Львівська політехніка»