

УДК 712.2

к. арх., доцент Рубан Л.І.,
e-mail: knuba.landscape@gmail.com, orcid.org/0000-0002-5973-4362,
Київський національний університет будівництва і архітектури

СИСТЕМА ПРИБЕРЕЖНИХ ТА ВОДНИХ ТЕРИТОРІЙ: ВИВЧЕННЯ КОНТАКТНОЇ ЗОНИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ТЕОРІЇ НЕЧІТКИХ МНОЖИН

Висвітлюються особливості сучасного розвитку системи прибережних та водних територій та умови формування контактної зони поміж ними. В складі методичних положень архітектурно-ландшафтної організації прибережних територій, при розробленні планувального методу природно-гідрологічного захисту територій вперше застосовано математичний апарат теорії нечітких множин для вивчення контактної зони з можливістю визначення її планувальних параметрів.

Ключові слова: прибережні та водні території, архітектурно-ландшафтна організація територій, контактна зона взаємного поперемінного використання (із нечіткими планувальними параметрами), метод нечітких множин.

Стан проблеми. Зміна парадигми співіснування людини та водного оточення на зламі століть диктує необхідність врахування в сучасній містобудівній практиці інноваційних тенденцій розвитку прибережних територій [1]. Стійка тенденція розселення в зоні узбережжя, яка в світі незворотної зміни клімату стає більш вразливою, сприяє розробленню адаптаційних планувальних програм та заходів щодо архітектурно-ландшафтної організації з можливістю керування ризиками в прибережних зонах.

Формування цілей статті. Стаття спрямована на розгляд можливого застосування математичного апарату *теорії нечітких множин* для вивчення поведінки *контактної зони* поміж прибережними та водними територіями в складі інженерно-гідро-технологічного блоку-модулю методичних положень щодо *архітектурно-ландшафтної організації прибережних територій*.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Архітектурно-ландшафтне дослідження *системи водних та прибережних територій* з позицій *компліментарності* сприяє розробленню нових концептуальних архітектурно-ландшафтних рішень щодо їх планування. *Планувальний метод природно-гідрологічного захисту територій*, запропонований Автором, базується на відповідності планувальних рішень

природним процесам водних екосистем та розглядається як один із можливих містобудівних підходів щодо адаптації до зміни клімату [3, 4, 5, 7].

Процес сучасного насичення *контактної зони взаємного поперемінного використання* поміж прибережними та водними територіями має перебрати на себе як водоохоронні функції щодо відновлення водних екосистем, так і адаптаційні функції містобудівного характеру. Отже, *контактна зона* розглядається як динамічна структура із нечіткими планувальними параметрами в зв'язку із «мінливістю» природних станів свого одного компонента – *водних територій* [1]. В роботі вивчена можливість застосування математичного апарату *нечітких множин* (Лютфі Заде (Lotfi Zadeh), 1965-73 pp.) [6]. для визначення нечітких планувальних параметрів *контактної зони*, як один із можливих методів вивчення системи прибережних та водних територій.

Визначення нечітких параметрів контактної зони сукупності упорядкованих пар: «функція приналежності» + «елемент».

Елементи двох видів: просторовий (x) та часовий (t) використано в роботі. Так, згідно з *теорією нечітких множин*, прибережна зона може розглядатись як нечітка множина A , яка описується як сукупність упорядкованих пар, що складаються із елементів x базової (універсальної) множини X , (яка, в свою чергу є деякою абстракцією частини чотирьох-вимірною представлення простору-часу) та відповідної функції приналежності $\mu_A(x)$.

$$\text{Прибережна зона } A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in X\} \quad (A)$$

Базова (універсальна) множина X може бути розглянута як множина дискретна (перелічена), так і безперервна (що має нескінченну кількість елементів). Для зручності моделювання чотирьох-вимірне представлення простору-часу множини X зручно розподілити на дві підмножини – часу T , та, власне, простору X . В подальшому викладанні, в тих випадках, коли виміри часу та простору слід відокремлювати, літерою T ми будемо позначати часовий вимір базової (універсальної) множини, а літерою X – її просторовий вимір. Відповідно, літерами t позначатимуться елементи виміру T , а літерою x – елементи виміру X .

$$\text{Вимір часу } T = \{t \in T\}, \text{ вимір простору } X = \{x \in X\} \quad (B)$$

В загальному вигляді вимір простору X має розглядатися як трьох-вимірною множина, границі якої обмежені просторовою фігурою з плоскими або гнутими поверхнями. Але для спрощення процесу моделювання у більшості випадків достатньо розглядати X як вертикальну проекцію трьох-вимірної фігури на двомірну поверхню відповідної частки території земної кулі.

Рівень та спосіб декомпозиції.

В залежності від рівня моделювання – глобального, континентального, регіонального, рівня країни або міста, тощо, має застосовуватись відповідний рівень декомпозиції множини X на елементи x . Наприклад, множина X може бути декомпозована до переліченого упорядкованого набору певного географічного рівня: зокрема, територію України можна представити набором із 27 адміністративних регіонів, або набором із 490 районів. В деяких моделях може використовуватись такий рівень декомпозиції, що складається із набору абстрактних елементів {«місто Київ», «долина річки Дніпро», «острів Хортиця»}, які класифіковані згідно атрибутів, що приймаються до уваги при побудові моделі.

Деякі типові випадки поведінки функції приналежності.

Для декомпозиції виміру часу T приймається такий саме підхід. Наприклад, період часу 1950-2000 років можна декомпозувати на 50, 25 або 10 років, на 600 місяців, або за якимись іншими періодами чи, навіть, подіями.

В залежності від способу декомпозиції вимірів простору та часу поведінка функції приналежності може суттєво змінюватись и має моделюватись окремо. Таким чином, якщо приймати $\alpha^1 \dots \alpha^n$, як різні способи декомпозиції виміру простору X , а $\beta^1 \dots \beta^m$ - способи декомпозиції виміру часу T , то відповідну функцію приналежності μ до нечіткої множини A можна позначати як:

$$\mu_A \alpha^n \beta^m (x,t) | x \in X, t \in T \quad (B)$$

Розглянемо три типові випадки функція приналежності $\mu_A(x)$: в загальному вигляді (а), в випадку граничних значень (б) та коли вона вважається пустою (в).

а) В загальному вигляді функція приналежності $\mu_A(x)$ може приймати будь-яке значення в діапазоні замкнутого відрізка $[0,1]$ [6, стор.20].

Приклад графіку функції приналежності $\mu_A(x)$ в загальному випадку проілюстровано на рис.1.:

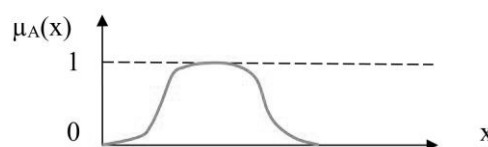


Рис.1. Графік функції приналежності $\mu_A(x)$ нечіткої множини A , загальний вигляд, де x – елементи базової множини X .

б) В деяких вироджених випадках, якщо функція приналежності приймає лише граничні значення 0 та 1, то нечітка множина A стає звичайною чіткою множиною. Вивчення таких випадків може бути особливо корисним при

переході від одного рівня моделювання до іншого і відповідної зміни способів декомпозиції базової множини.

Приклад графіку функції приналежності $\mu_A(x)$ в такому випадку проілюстровано на рис.2:



Рис.2. Графік функції приналежності $\mu_A(x)$ нечіткої множини A , в випадку граничних значень 0 та 1, де x – елементи базової множини X .

в) Нечітка множина A вважається пустою у випадку, якщо її функція приналежності дорівнює нулю по всіх елементах базового простору X .

A пуста: $\forall x \in X : \mu_A(x)=0$

Приклад графіку функції приналежності $\mu_A(x)$ пустої нечіткої множини A проілюстровано на рис.3:

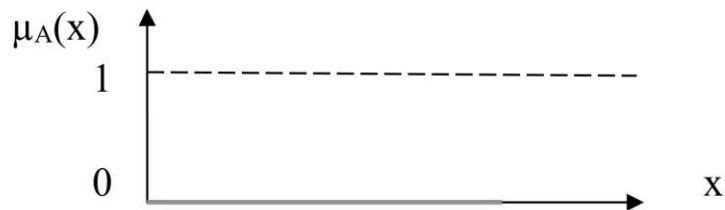


Рис.3. Графік функції приналежності $\mu_A(x)$ нечіткої множини A , коли вона вважається пустою, де x – елементи базової множини X .

Визначення характеристик функціональної приналежності $\mu_A(x)$, які використовуються для визначення контактної зони: носія supp та ядра core нечіткої множини

Носієм supp нечіткої множини A є сукупність елементів базової множини X , для яких функція приналежності $\mu_A(x)$ приймає ненульові значення:

$$\text{supp}(A) = \{x: \mu_A(x) > 0\} \quad (\Gamma)$$

Таким чином, якщо нечітка множина є пустою, то вона не має свого носія.

Ядром core нечіткої множини A є така його підмножина, для якої ступінь приналежності $\mu_A(x)$ дорівнює одиниці:

$$\text{core}(A) = \{x: \mu_A(x)=1\} \quad (\Gamma')$$

Так само, якщо нечітка множина є пустою, то, очевидно, що вона також не має свого ядра.

Приклад графіку функції приналежності $\mu_A(x)$ та зображення носія supp та ядра core множини A проілюстровано на рис.4.:

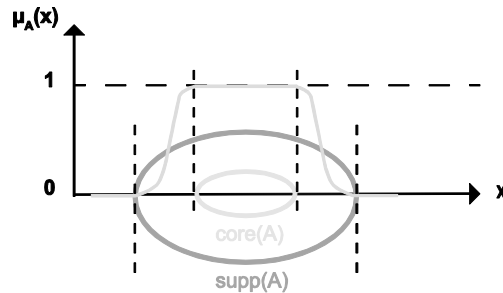


Рис.4. Графік функції приналежності $\mu_A(x)$ нечіткої множини A , де $\text{core}(A)$ – ядро множини A ; $\text{supp}(A)$ – підтримка множини A ; x – елементи базової множини X .

Розгляд прибережних та водних територій як нечітких множин.

Загальні положення.

Для подальшого прикладу розглянемо дві нечіткі множини W та D , які відносяться до водної (Water) або суходільної (Dry land) територій прибережної зони X . Ці дві множини та їх функції приналежності ми будемо позначати таким чином:

$$W = \{(x, \mu_W(x)) | x \in X\} \quad \text{водна територія} \quad (Д)$$

$$D = \{(x, \mu_D(x)) | x \in X\} \quad \text{суходільна територія} \quad (Е)$$

Відповідно, приналежність елементів x до водної або суходільної території W та D визначаються значеннями, які приймають функції $\mu_W(x)$ та $\mu_D(x)$ для цих елементів згідно узгоджених критеріїв.

Спосіб декомпозиції базової множини X та просторово-часові параметри його елементів x мають дуже великий вплив на поведінку функцій $\mu_W(x)$ та $\mu_D(x)$. Зокрема, якщо розмір елементів дуже маленький і наближуються до нуля (наприклад, ми розглядаємо кожен окрему піщинку на пляжі у долю мікросекунди), то між нечіткими множинами W та D є взаємозалежність, який описується за допомогою такого зв'язку між функціями приналежності:

$$\text{Lim}(\mu_W(x)) = 1 - \mu_D(x) \quad \& \quad \text{Lim}(\mu_D(x)) = 1 - \mu_W(x) \quad (Ж)$$

$$\text{при } \Delta x \rightarrow 0$$

Тобто, у кожний дуже маленький проміжок часу окрема піщинка є або сухою, або вологою. При такому, дуже детальному способі декомпозиції, функції приналежності є взаємно-протилежними зі зсувом від 1 та нечіткі множини W та D не перетинаються між собою:

$$W \wedge D \rightarrow 0 \quad (3)$$

$$\text{при } \Delta x \rightarrow 0$$

Приклад взаємного розташування графіків функцій приналежності $\mu_W(x)$ та $\mu_D(x)$ у цьому випадку проілюстровано на рис.5:

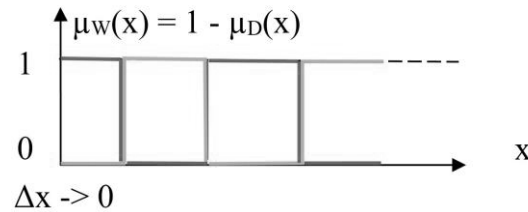


Рис.5. Діаграма графіків двох функцій приналежності $\mu_W(x)$ та $\mu_D(x)$ в залежності від простору X , де W і D – нечіткі множини водної території X та суходолу D , відповідно, при умові що декомпозиція Δx множини X на елементи x наближається до нуля.

Рівень та спосіб декомпозиції. Моделювання поведінки.

Але для моделювання поведінки реальних об'єктів протягом певного періоду часу декомпозиція базової множини зазвичай виконується таким чином, який є найбільш зручним для конкретної постанови задачі та рівня моделювання. Зокрема, моделювання впливу припливів та відпливів на прибережну територію зручно розглядати в добовому розтині з дискретизацією по годинах, а моделювання сезонних паводків зручно розглядати протягом одного або декількох років з дискретизацією по тижнях. Дослідження наслідків глобальних кліматичних змін слід розглядати на більш продовженому періоді часу та великих ділянках території.

Крім того, в багатьох випадках дуже зручно фіксувати один із вимірів базової множини і брати в якості змінної множини елементів іншого виміру. Тобто можна вибирати якийсь окремих об'єкт в просторі та вивчати поведінку функції приналежності за певний відрізок часу, або, навпаки, фіксувати момент часу та розглядати множини просторих об'єктів.

Конкретні приклади

Розглянемо застосування розробленого математичного апарату на двох прикладах: м. Венеція, Італія (А) та м. Муйнак, Узбекистан (Б).

А. м. Венеція. Італія. В якості прикладу розглянемо характер функцій приналежності $\mu_W(t)$ та $\mu_D(t)$ для фіксованого об'єкту $x =$ «Площа св. Марка в Венеції» у період з 02 по 05 листопада 1966р., (рис.6). Саме на цей період приходить подія, відома в історії міста як Aqua Grande, коли рівень води інколи досягав рекордних 194 см над рівнем моря [8]. В якості критерію приналежності об'єкта в певний момент часу до множини D або W можна зазначити можливість способу пересування по цьому об'єкту: пішки та/або на човні. Таким чином, вважаємо що, якщо по площі можна пересуватись пішки, то вона в цей момент часу відноситься до множини D , якщо на човні - до множини W . Якщо є можливість пересуватись обома способами, то цей об'єкт стає елементом обох нечітких множин одночасно. (Слід одразу зазначити, що для різних базових множин та способів їх декомпозиції критерії приналежності

можуть суттєво відрізнятись і бути значно складнішими, ніж у нашому прикладі).

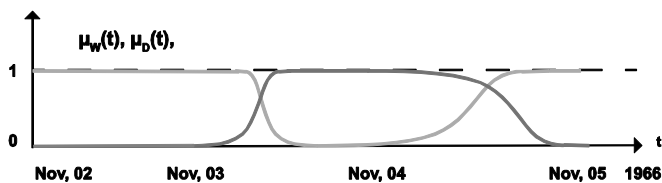


Рис.6. а – графік характеру функцій приналежності $\mu_W(t)$ та $\mu_D(t)$ для фіксованого об'єкту x = «Площа св. Марка в Венеції» у період T із 02 по 05 листопада 1966 р. ; б – повень 1966 року на площі Св.Марку, Венеція, Італія.

Як видно з наведеного графіку (див. рис.6), до початку повені 4 листопада площа була суто пішохідною, але пізніше, в зв'язку з різким підвищенням рівня води, пересуватись площею стало можливим тільки на човні і лише 5 листопада вода почала поступово відступати і площа поступово знов стала пішохідною.

Таким чином, завдяки тому, що протягом періоду часу спостереження значення обох функцій приналежності $\mu_W(t)$ та $\mu_D(t)$ приймало ненульові значення, можна зробити висновок, що елемент «площа св. Марка» є таким, що відноситься до носія обох множин W та D :

«Площа св. Марка в Венеції» $\in \text{supp}(W)$

«Площа св. Марка в Венеції» $\in \text{supp}(D)$

З іншого боку, якщо ми, наприклад, будемо фіксувати вимір простору на такому об'єкті як «Гранд Канал в Венеції», то, очевидно, що за весь період спостережень по ньому можна було пересуватись лише човном і ніколи – пішки. Тобто цей елемент відноситься до носія лише множини W та не відноситься до носія множини D . Крім того, цей елемент також відноситься до ядра множини W :

«Гранд Канал в Венеції» $\in \text{supp}(W)$

«Гранд Канал в Венеції» $\in \text{core}(W)$

«Гранд Канал в Венеції» $\notin \text{supp}(D)$

При більш загальному рівні декомпозиції, якщо в якості фіксованого елемента простору розглядати місто Венеція цілком, а період спостереження обмежити останніми 100 роками, то цей елемент стає таким, що відноситься до носія обох множин W та D завдяки тому, що в межах цього міста, хоч і в різних його місцях, доступні можливості пересування як на човні, так і пішки.

«Місто Венеція» $\in \text{supp}(W)$

$t = [1917 - 2017]$

«Місто Венеція» $\in \text{supp}(D)$

$$t = [1917 - 2017]$$

Б. м. Муйнак, Узбекистан. Як вже було зазначено раніше, поведінка функцій приналежності, та, власне, властивості приналежності елементів базової множини до певних нечітких множин суттєво залежать від способу та рівня декомпозиції. Як приклад, дуже цікаво розглянути в якості просторового виміру базової множини територію, що носить історичну назву Приарал'є, і, для початку, обмежити період спостереження останніми 200 роками. Дослідження поведінки функції приналежності будемо проводити на фіксованому елементі базової множини, що належить до території сучасного міста Муйнак (Узбекистан) та 10-ти кілометрової зони навколо. Як відомо, до 1980-х років м. Муйнак знаходилось на березі Аральського моря і там існував морський порт. Після значного падіння рівня води в Аралі, що призвело до його висихання, місто опинилось на відстані більш, ніж 100 км від залишків цього моря [9]. Виходячи з того, що за 200 останніх років в м. Муйнак і навколо нього можна було пересуватись як човном, так і пішки, цей елемент відноситься до носія обох множин W та D :

$$\langle \text{Місто Муйнак} \pm 10 \text{ км} \rangle \in \text{supp}(W)$$

$$t = [1817 - 2017]$$

$$\langle \text{Місто Муйнак} \pm 10 \text{ км} \rangle \in \text{supp}(D)$$

$$t = [1817 - 2017]$$

Але, якщо період спостереження обмежити лише 21-м сторіччям, то за цей період ніякого пересування човнів по воді біля міста вже не відбувалось, рис.7. Цей факт можна констатувати набором таких математичних виразів:

$$\langle \text{Місто Муйнак} \pm 10 \text{ км} \rangle \not\in \text{supp}(W)$$

$$t = [2001 - 2017]$$

$$\langle \text{Місто Муйнак} \pm 10 \text{ км} \rangle \in \text{supp}(D)$$

$$t = [2001 - 2017]$$

$$\langle \text{Місто Муйнак} \pm 10 \text{ км} \rangle \in \text{core}(D)$$

$$t = [2001 - 2017]$$

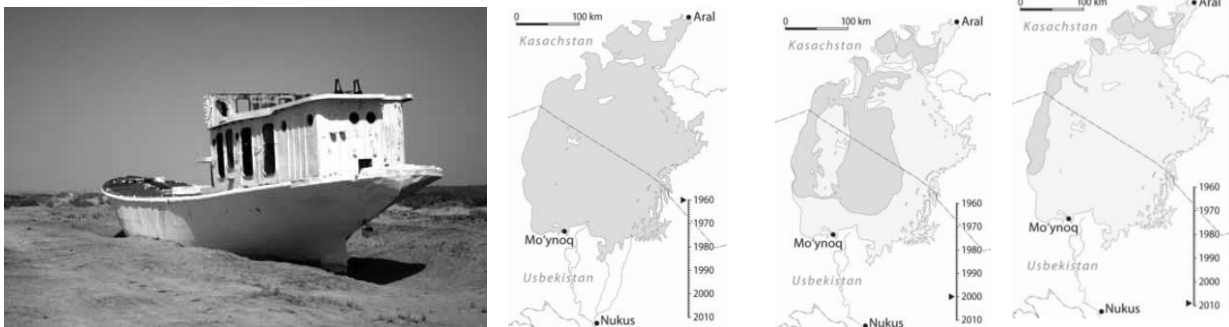


Рис. 7. Піщані дюна - колишні водні території Аральського моря біля м. Муйнак, Узбекистан; схема зникнення моря, період 1960 – 2010 рр.

Визначення контактної зони як нечіткої множини

Виходячи з вищезазначеного, контактну зону C (Contact zone) прибережної території A можна охарактеризувати як деяку нечітку множину, яка є такою підмножиною множини прибережної території A , для якої існують спосіб та рівень декомпозиції $\alpha^1\beta^1$, що має елементи, які одночасно відносяться до носіїв обох множин W та D і при цьому, чи більш детальному рівні декомпозиції $\alpha^2\beta^2$, має як елементи, що відносяться до ядра множини W так і елементи, що відносяться до ядра множини D . Рівні та способи декомпозиції α та β стосуються просторового та часового вимірів базового простору X , відповідно.

$$C = \{x, \mu_C \alpha^n \beta^n(x) \mid x \in A\} \quad (\text{II})$$

$$\exists \alpha^1\beta^1 \ \& \ \exists x \in C : (\mu_W \alpha^1\beta^1(x) > 0 \ \& \ \mu_D \alpha^1\beta^1(x) > 0) \quad (\text{I})$$

$$\exists \alpha^2\beta^2 \ \& \ \alpha^2\beta^2 \leq \alpha^1\beta^1 \ \& \ \exists x \in C \ \& \ \exists y \in C : (\mu_W \alpha^2\beta^2(x) = 1 \ \& \ \mu_D \alpha^2\beta^2(y) = 1) \quad (\text{I}')$$

Висновки

1) Доцільність формування *контактної зони взаємного поперемінного користування* поміж водними та прибережними територіями, обумовлена стійким подальшим розвитком урбанізованого розселення та необхідністю адаптації до зміни клімату. Поведінку контактної зони поміж прибережними та водними територіями зручно вивчати за допомогою математичних методів, що дозволяють не тільки простежити закономірності та залежності з боку двох сторін системи, але й надають можливість визначення їх перемінних, залежних та нечітких планувальних параметрів;

2) В складі *методичних положень архітектурно-ландшафтної організації прибережних територій*, при розробленні планувального методу природно-гідрологічного захисту територій [2, 3, 4, 5] вперше застосовано математичний апарат теорії нечітких множин [6] для вивчення контактної зони з можливістю визначення її планувальних параметрів.

3) Вперше введено визначення *прибережної території як нечіткої множини*, що описується за допомогою упорядкованих пар із елементів базової множини простору/часу та відповідної функції приналежності. В аналогічний спосіб описано водні території. Виявлено закономірність поміж способом та рівнем декомпозиції базових множин простору/часу та характером поведінки функції приналежності і параметрів відповідних нечітких множин. Запропоновано декілька способів дослідження та моделювання поведінки нечітких множин контактної зони прибережних та водних територій за допомогою визначення специфічних критеріїв та відповідних їм способів та рівнів декомпозиції універсальної множини;

4) В результаті проведення математичних розрахунків можливо розроблення схем планувальних розмірів контактної зони з врахуванням моделювання різних вихідних ситуацій, як основи для подальших архітектурно-ландшафтних рішень. Для цілей архітектурно-ландшафтного проектування результати застосування *математичного методу нечітких множин* можуть бути доповненні або уточненні за допомогою інших методів, наприклад методу моделювання;

5) Автором висунута ідея можливості використання *теорії нечітких множин* для визначення нечітких параметрів *контактної зони узбережжя*. В складі авторського колективу Автором: сформовано вихідні данні для визначення границь та елементів нечітких множин, способів їх декомпозиції, критеріїв приналежності об'єктів; обрано випадки та проаналізовано математичний апарат на характерних містобудівних прикладах; розроблено графіки поведінки відповідних

Література:

1. Рубан Л.І., Система прибережних та водних територій в сучасній теорії та практиці містобудування і ландшафтної архітектури / Л.І. Рубан // Наук.-техн. збірник: Містобудування та регіональний розвиток / Головн. ред. М.М. Осетрін. – К.: КНУБА, 2017. – Вип. 65. – С. 475-483;
2. Рубан Л.І. Архітектурно-ландшафтна організація прирічкових територій. Навчальний посібник. За ред. проф. Панченко Т.Ф. – К.: КНУБА, 2013. – 92 стор.;
3. Ruban L. Natural-Hydrological Protection for waterfront territories: “Blue-Green” Initiative, Conference Proceedings of International Multidisciplinary Scientific Conferences on Social Science and Arts SGEM 2016 “History of Arts, Contemporary Arts, Performing & Visual Arts, Architecture and Design”, Book 4, ISBN 978-619-7105-78-0, ISSN 2367-5659, DOI: 10.5593/sgemsocial2016B43, published by STEF92 Technology Ltd., Bulgaria, Sofia, 2016. – P. 443-450. (in English) (Web of Science),
4. Рубан Л.І. Природно-гідрологічний захист прибережних територій: питання формування методологічного підходу на основі «блакитно-зеленої» інфраструктури /Л.І. Рубан // Наук.-техн. збірник: Сучасні проблеми архітектури та містобудування, / Відп. ред. М. М. Дьомін. - К.: КНУБА, 2016 р. - Вип. 46 - С. 317-325с.
5. Ruban, L., Contemporary “Blue-Green” Approach of Waterfront Areas’ Architectural & Landscape Organization // BIA Urban Regeneration Forum, Bilbao Bizkaia Architecture, Submissions 2014| 2016/ - Bilbao: Bilbao Bizkaia Architecture, 2016. - P. 237-240.
6. Zadeh Lotfi A., Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, And Fuzzy Systems / USA: World Scientific, 1996 - 840 p.
7. Рубан Л.І. Гідро-технологічні аспекти сучасного планування прибережних територій / Міжнародна науково-практична конференція «Сучасний стан та перспективи розвитку водного господарства», 19 – 20 травня 2016р., м. Дніпропетровськ, Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет: програма та тези. Дніпро: «Свідлер А.Л.», 2016 – травень 2016 – стор. 27-29.
8. Как Венеция и Флоренция утонули в один день [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://sglah.livejournal.com/11249.html> - Назва з екрана;
9. Аральское море сегодня (фото и видео) [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://tourweek.ru/user/1503/blogs/116520/> - Назва з екрана.

кандидат архитектуры, доцент Рубан Л.И.,
Киевский национальный университет строительства и архитектуры

СИСТЕМА ПРИБЕРЕЖНЫХ ТА ВОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ: ИЗУЧЕНИЕ КОНТАКТНОЙ ЗОНЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ

Статья продолжает раскрывать особенности современного развития системы *прибрежных та водных территорий* та условия формирования контактной зоны между ними. В составе методических положений по *архитектурно - ландшафтной организации прибрежных территорий*, при разработке планировочного *метода природно-гидрологической защиты территорий* впервые использован математический аппарат *теории нечетких множеств* для изучения *контактной зоны* с возможностью определения ее планировочных параметров.

Ключевые слова: прибрежные и водные территории, архитектурно-ландшафтная организация территорий, контактная зона взаимного попеременного использования (с нечеткими планировочными параметрами), метод нечетких множеств.

Ph.D. Arch, Assoc. Prof. Ruban L.,
Kyiv National University of Construction and Architecture

SYSTEM OF COASTAL AND WATER AREAS: STUDYING THE CONTACT ZONE USING THE THEORY OF FUZZY SETS

The Paper continues to disclosure the features of modern development of *coastal and water areas* and forming of their *contact zone*. For the first time the research of *contact zones* was performed by applying of *mathematical theory of fuzzy sets* [6] as a part of methodical recommendations towards *landscape-architectural organization coastal areas* during development of *planning method of natural-hydrologic protection of territories* as one of possible methodical approaches considering influence of climate changes in planning solutions.

Key words: coastal and water areas (territories), architectural and landscape organization of territories, contact zone of mutual usage (with fuzzy parameters), theory of fuzzy sets.