

*Пйотр Хмель, Є. В. Мартин, д-р. техн. наук, професор  
(Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)*

## МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ПРОЕКТНО-ОРІЄНТОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИМИ ПІДРОЗДІЛАМИ ТРАНСКОРДОННИХ ТЕРИТОРІЙ

Показано значення методів та засобів проектно-орієнтованого управління портфелями проектів, які входять до програм забезпечення належного функціонування та взаємодії пожежно-рятувальних підрозділів суміжних держав на транскордонних територіях. Розроблена модель проектно-орієнтованого управління стосовно підвищення ефективності взаємодії пожежно-рятувальних підрозділів на транскордонних територіях з урахуванням технічних, інформаційних і нормативно-правових складових елементів діяльності у надзвичайних ситуаціях. Модель передбачає життєвий цикл процесу взаємодії окремих підрозділів сусідніх держав терміном один рік при можливості його зміни. Врахована можливість взаємодії як суміжних держав, так і трьох держав на транскордонних територіях. Показана потреба врахування впливу рівня інтенсивності транскордонного спілкування на кількість спеціальної техніки у прикордонних областях обох держав. Вказана важливість проведення оптимізації процесів управління підпроектами, що забезпечує належне реагування на ризики та техногенні катастрофи. Проаналізовані модельні підходи та запропоновані геометричні засоби утворених числами різної вимірності багатовимірних фазових просторів, які уможливають врахування простих і складних залежностей між результатами діяльності оперативно-рятувальних сил і їх матеріальним, інформаційним та нормативно-правовим забезпеченням з боку двох і трьох сусідніх держав.

**Ключові слова:** сусідні держави, транскордонні території, пожежно-рятувальні підрозділи, проектно-орієнтоване управління, портфелі проектів, геометричне моделювання, фазові простори, траєкторії.

**Вступ.** Одне з важливих завдань держави полягає у забезпеченні життєдіяльності як на всій її території, так і в прикордонних областях. Особливо важливими і відповідальними постають завдання вирішення проблем нормального і ефективного функціонування державних органів та установ на транскордонних територіях, особливо враховуючи високий ступінь міграції населення, переміщення через кордон вантажів, техніки тощо. Зазвичай такі завдання можуть бути успішно розв'язані спільними зусиллями суміжних держав. Підвищення ефективності взаємодії засобів усунення надзвичайних ситуацій, в тому числі з використанням пожежно-рятувальних підрозділів сусідніх держав, можливе за умови ефективного управління такими підрозділами на транскордонних територіях з використанням засобів проектно-орієнтованого управління портфелями та програмами.

Перехід від адміністративних важелів до сучасних методів проектно-орієнтованого управління потребує врахування як матеріально-технічних, так і організаційно-правових чинників з боку держав-партнерів, спрямованих на підвищення ефективності взаємодії пожежно-рятувальних підрозділів на транскордонних територіях. Зростання рівня матеріально-технічного забезпечення підрозділів, як і зростання кількості ризиків, потребує розроблення і розвитку методів та засобів управління портфелями проектів та програм у галузі забезпечення належного функціонування об'єктів, розташованих у суміжних регіонах обох держав, як на рівні організаційної, проектно-орієнтованої, так і на рівні міждержавної господарської діяльності на транскордонних територіях. Удосконалення і розвиток напрямку розроблення і дослідження методів та засобів проектно-орієнтованого управління з метою підвищення ефективності взаємодії пожежно-рятувальних підрозділів в умовах зростання кількості техногенних ризиків сьогодення є життєво необхідним, актуальним і сприяє зміцненню міждержавних відносин.

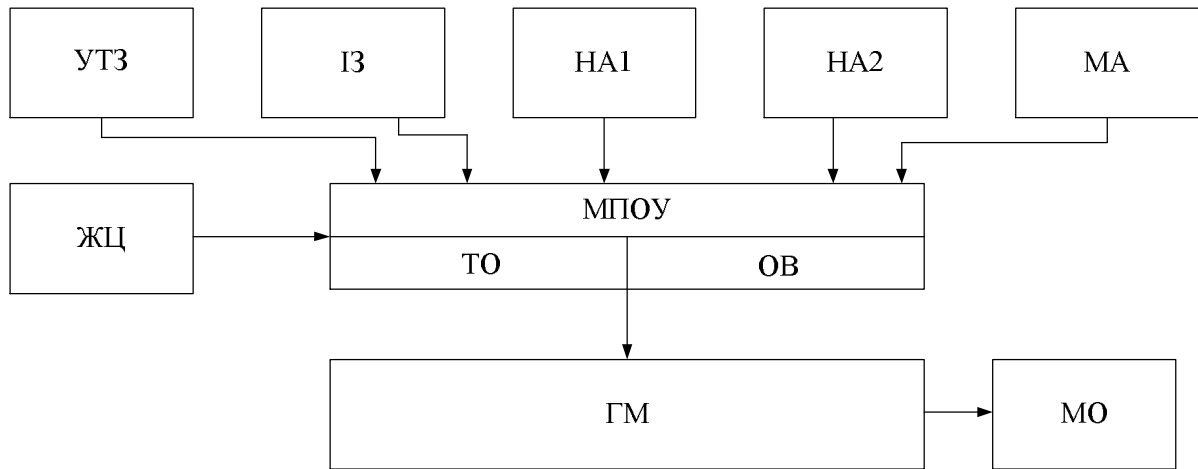
**Постановка проблеми.** Інтенсифікація міждержавних зв'язків, зростання товарообігу супроводжується значними ризиками техногенного характеру, особливо зростанням кількості

пожеж і техногенних катастроф на транскордонних територіях обох держав. Мінімізація негативних наслідків економічної співпраці потребує використання не тільки значних матеріальних, технічних і людських ресурсів, але й укладення відповідних міждержавних договорів і угод. Значна кількість об'єктів міждержавної діяльності, складні взаємозв'язки між ними потребують використання обґрунтованих міждержавних угод, підтверджених значним фінансуванням з боку обох держав. Управління пожежно-рятувальними силами на транскордонних територіях потребує залучення сучасних і ефективних методів та засобів, які дає проектно-орієнтований підхід, що сукупно дає змогу підвищити ефективність управління пожежно-рятувальними підрозділами з урахуванням супровідних чинників як на рівні підготовки ефективних управлінських рішень, так і результативної співпраці особового складу пожежно-рятувальних підрозділів. Зазначені чинники потребують відповідального підходу до розроблення та удосконалення засобів моделювання процесів проектно-орієнтованого управління в напрямку підвищення ефективності взаємодії матеріальної, інформаційної та нормативно-правової складових діяльності пожежно-рятувальних підрозділів на транскордонних територіях з урахуванням як сучасного матеріально-технічного, інформаційного та організаційного оснащення, так і зростання ризиків в умовах інтенсифікації міждержавних зв'язків.

**Аналіз останніх досліджень** особливостей та результатів прикордонної співпраці суміжних держав у галузі проектно-орієнтованого управління оперативно-рятувальними підрозділами на засадах використання технічної, інформаційної, нормативно-правової взаємодії підтвердив необхідність та актуальність досліджень і розроблення ефективних прикладних моделей і методів у науковому напрямку управління проектами та програмами. Наукові пошуки в галузі проектного управління підпроектами та програмами взаємодії суспільних систем опубліковані в наукових розвідках Ю. П. Рака, С. Д. Бушуєва, В. А. Рача, А. А. Матвєєва тощо [1,2]. Відомі модельні засоби [3] розроблені в спрямуванні універсального застосування в частині управління проектами і програмами, проте потребують вдосконалення і розвитку стосовно їх прикладного застосування у дослідженнях перебігу процесів управління проектами взаємодії окремих підрозділів усунення надзвичайних ситуацій, в тому числі оперативно-рятувальних підрозділів. Інформативність, оперативність, образність та простота моделей може бути досягнута шляхом використання геометричних засобів фазових багатовимірних просторів, утворених числами різної вимірності [4]. На засадах використання геометричних образів фазових просторів вищих вимірностей [5] можливе їх прикладне застосування у проведенні оптимізації окремих мобільних ланок оперативно-рятувальних підрозділів [6,7].

**Мета роботи** полягає в розробленні на засадах аналізу сучасних методів моделювання універсальної образної геометричної моделі стосовно дослідження процесів проектно-орієнтованого управління взаємодією оперативно-рятувальних підрозділів сусідніх держав на транскордонних територіях.

**Основна частина досліджень.** Ефективність співпраці окремих ланок підрозділів щодо усунення наслідків надзвичайних ситуацій визначається рівнем використання методів проектно-орієнтованого управління пожежно-рятувальними підрозділами транскордонних територій. Підвищення якості такої взаємодії з урахуванням технічних, організаційних, інформаційних та правових параметрів можливе за умови розроблення і використання методів моделювання, зокрема із залученням геометричних засобів. Підвищення ефективності в практиці управління проектами співпраці оперативно-рятувальних підрозділів передбачає врахування достатньої кількості робочих параметрів. Модель-схема проектно-орієнтованого управління процесом взаємодії оперативно-рятувальних підрозділів подана рисунком 1.



**Рис. 1.** Модель-схема проектного управління портфелями проектів взаємодії окремих ланок пожежно-рятувальних підрозділів:

*МПОУ*– модель проектно-орієнтованого управління оперативно-рятувальними підрозділами з урахуванням рівня технічної оснащеності *ТО* та організаційного взаємозв'язку (*ОВ*) окремих ланок;

*ЖЦ*– життєвий цикл функціонування моделі інтервалом в один календарний рік;

*УТЗ*– модель управління технічним забезпеченням;

*ІЗ*– модель, яка враховує рівень інформаційної підтримки;

*НА1, НА2*– модель, яка враховує вплив нормативних актів кожної держави;

*МА*– модель, яка враховує рівень впливу міждержавних актів;

*ГМ*– геометрична модель процесу управління взаємодією окремих ланок оперативно-рятувальних підрозділів;

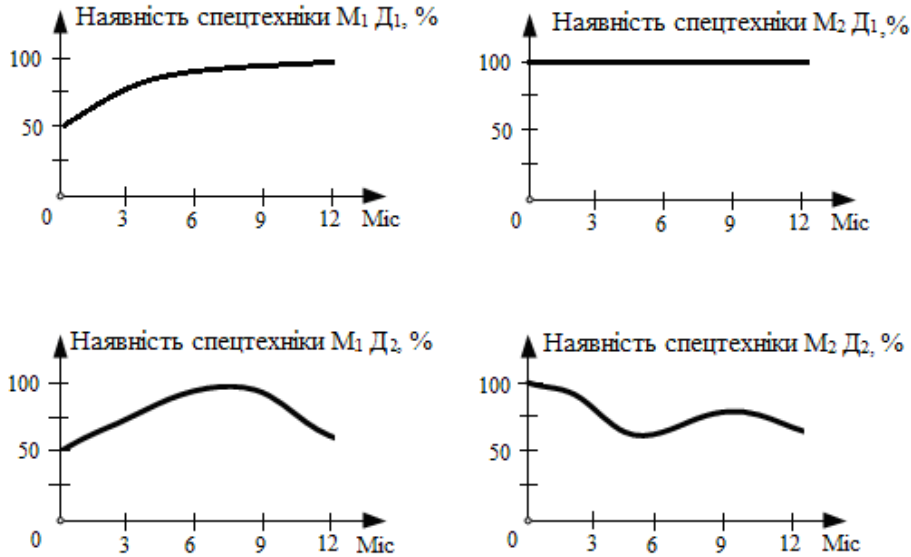
*МО*– модель оптимізації ефективності взаємодії підрозділів на транскордонних територіях

Проектно-орієнтоване управління передбачає наявність взаємодіючих об'єктів господарювання на проміжку певного інтервалу часу, що накладає обмеження на функціонування моделі. Рівень інтенсивності транскордонного спілкування має зазвичай випадковий характер, який підпорядковується сталому закону в зміни щомісячно (рис. 2).



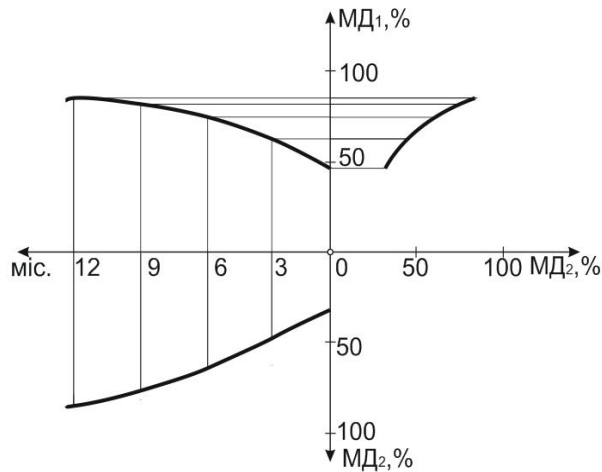
**Рис. 2.** Графік інтенсивності транскордонного спілкування

Приймемо ймовірність виникнення надзвичайних ситуацій, в тому числі пожеж, пропорційну інтенсивності транскордонного спілкування на рис.2. Природно, що кількість залучених технічних засобів повинна бути достатньою для ефективно ліквідації пожеж. Тоді діаграми наявності спецтехніки в прикордонних межах  $M_i$  держав  $D_1$  і  $D_2$  правдоподібно відповідають рис. 3.



**Рис. 3.** Гістограми зміни кількості спецтехніки в прикордонних межах

Аналіз гістограм показує відповідність в основному кількості спеціальної техніки рівню завантаження кордону. Експериментальні дані можуть бути опрацьовані усередненням значень параметрів, наприклад, протягом поточного року (рис. 4).



**Рис. 4.** Фазова діаграма зміни кількості спецтехніки держав  $D_1$  і  $D_2$

Кількість одиниць техніки, яку може виділити окрема держава  $D_i$  для спільного користування на транскордонних територіях, визначається багатьма факторами, зокрема важливістю ділянки кордону  $v$ , рівнем фінансування  $\psi$ , рівнем досконалості  $d$  техніки та ін. тобто

$$\begin{aligned} D_1 &= f(v, \psi, d); \\ D_2 &= \varphi(v, \psi, d). \end{aligned} \quad (1)$$

Геометричною моделлю кожної складової (1) слугує гіперповерхня охоплювального чотиривимірного фазового простору. Визначити раціональну кількість техніки можна дослідженням складових (1) на екстремум. Зокрема, при однакових обмеженнях на  $v$ ,  $\psi$ ,  $d$ , маємо дотичну до (1) гіперплощину загального положення. В інших випадках вона займає особливе проєкціовальне положення або паралельна тривимірному підпросторові.

Побудуємо геометричну модель взаємодії пожежно-рятувальних підрозділів, маючи результатом їх спільної діяльності параметри, наприклад, площа пожежі (min), швидкість гасіння пожежі (max).

Прийmemo кількість пожежно-рятувальних підрозділів держави  $D_1$  за дійсний параметр  $x$ , а другої держави  $D_2$  – позначимо уявною змінною  $iy$ . Зазначимо, що  $x$  та  $y$  – дійсні змінні,  $i^2 = -1$  – уявна одиниця. Одержимо в площині комплексних змінних  $0xiy$  комплексне число  $z = x + iy$ . Результат спільної діяльності пожежно-рятувальних підрозділів позначимо  $w = u + iv$ , де  $u, v$  – складові діяльності держав відповідно  $D_1$  і  $D_2$ . Одержуємо функціональний зв'язок двох комплексних параметрів  $z$  і  $w$  з чотирма дійсними змінними:

$$w = u + iv = w(z) = w(x + iy) = u(x, y) + iv(x, y). \quad (2)$$

Використаємо на засадах узагальнення способу конформних відображень розширений епюр (рис. 5).

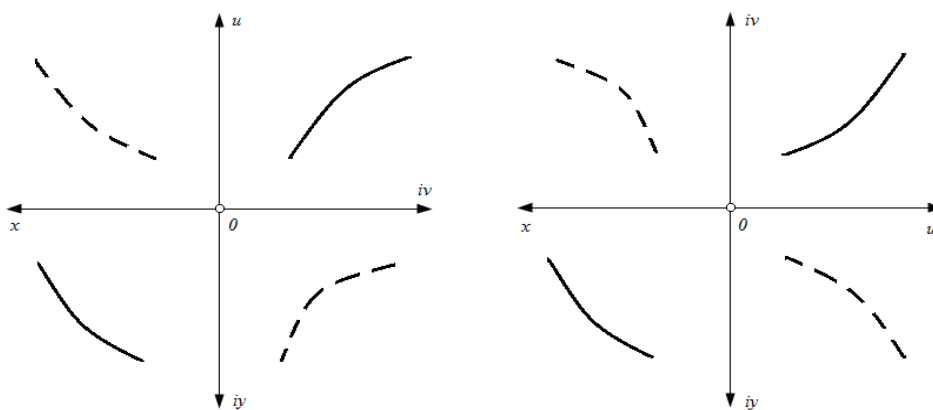


Рис. 5. Розширений епюр залежності (2)

Запропонований епюр дає можливість будувати як графіки зміни значень комплексної функції  $w$ , так і складових її комплексних параметрів  $u, v$  при пов'язаних жордановою кривою (див. рис. 5) незалежних дійсних складових  $x$  та  $y$  її аргументу у всіх шести комплексних площинах. Важливим питанням є вигляд функціонала, який пов'язує комплексні параметри  $w$  і  $z$ . Аналіз літературних і комп'ютерних джерел (понад 500 тис. посилань) вказує на відсутність навіть простих залежностей результатів взаємодії пожежно-рятувальних підрозділів від їх кількості, інформаційної та нормативно-правової підтримки. Взаємозв'язок комплексних параметрів правдоподібно подавати аналітичними функціями, зокрема лінійною функцією  $w = az + b$  ( $a \neq 0$ ), степеневою функцією  $w = z^n$ , де  $n$  – дійсне число.

При моделюванні процесу проектно-орієнтованого управління пожежно-рятувальними підрозділами трьох держав пропонується використовувати геометричні засоби теорії нечітких множин L. A. Zadeh.

Проведені наукові дослідження наводять на такі висновки.

1. Виконана оцінка засобів моделювання технічних систем показала можливість і обґрунтовану доцільність використовувати методи прикладної багатовимірної геометрії у дослідженнях процесів проектного управління оперативно-рятувальними підрозділами на транскордонних територіях.

2. Розроблена модель-схема управління портфелями проектів взаємодії окремих ланок оперативно-рятувальних підрозділів дає змогу створювати з використанням експериментальних даних моделі у вигляді геометричних образів багатовимірних фазових просторів стосовно визначення параметрів окремих ланок процесу.

3. Запропоновано залучати до геометричного аналізу комплексні параметри, пов'язані, зокрема, аналітичними лінійною та степеневою функціями для оцінки рівня ефективності реалізації портфеля проектів управління пожежно-рятувальними підрозділами сусідніх держав.

4. Перспективними є дослідження, спрямовані на формування узагальненої геометричної моделі стосовно виявлення раціональних параметрів процесу проектно-орієнтованого управління пожежно-рятувальними підрозділами на транскордонних територіях, що дасть можливість ширшого практичного використання розроблених засобів із залученням інформаційних графічних технологій при розв'язуванні практичних задач в галузі управління проектами та програмами взаємодії пожежно-рятувальних підрозділів двох і трьох сусідніх держав.

#### Список літератури:

1. **Рак Ю.П.** Теоретичні підходи до проектування систем автоматизації відбору інформації при проектно-орієнтованому управлінні / Ю.П. Рак, О.Ю. Микитів, О.Б. Зачко // Управління проектами та розвиток виробництва. – Луганськ : СНУ ім. В. Даля, 2011. – Вип. 1. – С. 433-438.

2. **Бушуев С. Д.** Системная формализация управления проектами в рамках проактивного подхода к развитию организаций / С.Д. Бушуев, Н. С. Бушуева, Л. Д. Мысник, М. Н. Алексеенко // Управління проектами та розвиток виробництва: зб. наук. пр. – Луганськ: СНУ ім. В. Даля, 2009. – №2 (30). – С. 5-11.

3. **Матвеев А. А.** Модели и методы управления портфелями проектов / А. А. Матвеев, Д. А. Новиков, А. В. Цветков. – М. : ПССОФТ, 2005. – 206 с.

4. **Мартин Є. В.** Геометричне моделювання областей параметрів пожежно-технічних систем / Є. В. Мартин, І. О. Малець, М. Ю. Лебедєв // Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво.– Луцьк.- ЛНТУ.– Вип. 6.– 2011.– С.164 – 167.

5. **Ляковська С. Є.** Фазові траєкторії  $n$ -простору станів / С. Є. Ляковська // Геометричне та комп'ютерне моделювання. – Харків: ХДУХТ, 2007. – Вип.18. – С.35 – 40.

6. **Хмель П.** Проектно-орієнтоване управління проектами маршрутних перевезень засобами GPS моніторингу / П. Хмель, Я. І. Підгородецький, Ю. Р. Оленюк, Є. В. Мартин // Вісник ЛДУБЖД.-Л.: ЛДУБЖД,2013.-№8.

7. **Хмель П.** Модельні засоби в проектно-орієнтованому управлінні транскордонними оперативнорятувальними підрозділами / П. Хмель, Є. В. Мартин // Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій. М-ли V Міжн. наук.-практ. конф. «Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій».-Черкаси: АПБ, 2013.- С.77-78.

*Пйотр Хмель, Е. В. Мартын*

#### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПРОЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫМИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ ТРАНСГРАНИЧНЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

Показаны роль и значение методов и средств проектно-ориентированного управления портфелями проектов, которые входят в программы обеспечения надлежащего функционирования и взаимодействия пожарно-спасательных подразделений сопредельных государств на трансграничных территориях. Предложена модель проектно-ориентированного управления по повышению эффективности взаимодействия пожарно-спасательных подразделений на трансграничных территориях с учетом технических, информационных и правовых составляющих элементов деятельности в чрезвычайных ситуациях. Модель предусматривает жизненный цикл процесса взаимодействия отдельных подразделений соседних государств сроком один год при возможности его изменения. Учтена возможность взаимодействия как соп-

редельных государств, так и трех государств на трансграничных территориях. Показана необходимость учета влияния уровня интенсивности трансграничного общения на число специальной техники в приграничных областях обоих государств. Указана важность проведения оптимизации процессов управления подпроектами, что обеспечивает надлежащее реагирование на риски и техногенные катастрофы. Проанализированы модельные подходы и предложены геометрические средства образованных числами различной размерности многомерных фазовых пространств, позволяющие учитывать простые и сложные зависимости между результатами деятельности оперативно-спасательных сил и их материальным, информационным и нормативно-правовым обеспечением со стороны двух и трех соседних государств.

**Ключевые слова:** соседние страны, трансграничные территории, пожарно-спасательные подразделения, проектно-ориентированное управление, портфели проектов, геометрическое моделирование, фазовые пространства, траектории.

*Pjotr Chmiel, E. Martyn*

## **PROCESSES MODELING OF THE PROJECT ORIENTED MANAGEMENT OF FIRE-RESCUE DEPARTMENTS IN CROSS-BORDER REGIONS**

The roles and importance of methods and tools for project-oriented management of project portfolio included in the program to ensure the proper functioning and interaction of fire and rescue units in neighboring countries on cross-border areas was shown. The model of project-oriented management in relation to increasing the efficiency of interaction of fire and rescue units in cross-border areas with the technical, informational and regulatory components of activity in an emergency was shown. The model provides the life cycle of the interaction process of individual units in neighboring states of one year with the possibility of changing it. The possibility of cooperation in interoperability states and three countries on cross-border areas was estimated. The necessity of taking into account the influence of the intensity cross-border dialogue on a number of special machinery in the border areas of both countries was justified. The importance of process optimization management of sub projects to ensure the proper response to risks and disasters was justified. Modeling approaches were analyzed and the geometric means that formed a number of different multi-dimension phase space was proposed, which enable the incorporation of simple and complex relationships between the results of the operational and rescue forces and their goods, information and regulatory support on the part of two or three neighboring states.

**Key words:** neighboring countries, cross-border area, fire and rescue departments, project-oriented management, project portfolio, geometric modeling, and trajectories.

