

С. Лясковська¹, канд. техн. наук, Є. Мартин², д-р техн. наук, професор, Пйотр Хмель²
*(¹Національний університет «Львівська політехніка»,
²Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)*

ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЕЙ ПРОЦЕСІВ ПРОЕКТНО-ОРІЄНТОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ДУАЛЬНИМИ СИСТЕМАМИ

Розглянуто можливість використання модельних рівнянь А.І.Лотка – В.Волтерра у дослідженнях перебігу процесів проектно-орієнтованого управління транскордонними оперативно-рятувальними підрозділами ліквідації надзвичайних ситуацій як технічної багатопараметричної системи. На основі аналізу динаміки розвитку як оперативно-рятувальних підрозділів, так і процесів надзвичайних ситуацій запропоновано використати модельні рівняння в якості основоположних при врахуванні впливу на обидва елементи динамічної системи, що взаємодіють, наукових засад і засобів управління програмами і проектами. Проаналізовано вплив зовнішніх факторів на взаємодію елементів системи «транскордонний оперативно-рятувальний підрозділ надзвичайні ситуації». Запропоновано в якості одного із зовнішніх факторів залучати методи і засоби управління програмами і проектами. Проаналізовано стійкість системи. Проведено вибір методу візуалізації процесів у системі.

Ключові слова: геометричне моделювання, проектно-орієнтоване управління, багатопараметричні технічні системи, транскордонні оперативно-рятувальні підрозділи, надзвичайні ситуації.

С. Лясковская, Е. Мартын, Пйотр Хмель

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ ПРОЦЕССОВ ПРОЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

Рассмотрена возможность использования модельных уравнений А. И. Лотка - В. Волтерра в исследованиях истечения процессов проектно-ориентированного управления трансграничными оперативно-спасательными подразделениями ликвидации чрезвычайных ситуаций как технической многопараметрической системы. На основе анализа динамики развития как оперативно-спасательных подразделений, так и процессов чрезвычайных ситуаций предложено использовать модельные уравнения в качестве основополагающих при учете влияния на оба элемента динамической системы взаимодействующих научных основ и средств управления программами и проектами. Проанализировано влияние внешних факторов на взаимодействие элементов системы «трансграничное оперативно-спасательное подразделение - чрезвычайные ситуации». Предложено в качестве одного из внешних факторов привлекать методы и средства управления программами и проектами. Проанализирована устойчивость системы. Проведен выбор метода визуализации процессов в системе.

Ключевые слова: геометрическое моделированное, проектно-ориентированное управление, многопараметрические технические системы, трансграничные оперативно-спасательные подразделения, чрезвычайные ситуации.

STUDY OF MODELS OF PROJECT ORIENTED MANAGEMENT IN TECHNICAL SYSTEMS

The possibility of using the model equations A. J. Lotka - V. Volterra in studies of processes of project-oriented management of transboundary rescue emergency response units as technical multiparameter system has been studied. Based on the analysis of the dynamics of both operational and rescue units and processes emergency proposed to use modeling as a fundamental equation taking into account the impact on both elements of the dynamic system, interacting, scientific principles and means of managing programs and projects. The analysis of the influence of external factors on the interaction of the elements of the "cross-border operational and rescue units, emergency situations" has been carried out. One of the external factors involving the methods and means of managing programs and projects has been proposed. The stability of the system has been analyzed. Visualization method selection processes in the system has been conducted.

Keywords: Geometric modeling, project-oriented management, technical multivariable system, transboundary operational and rescue units, emergencies.

Постановка завдання. Результативне функціонування технічної системи передбачає врахування впливу на її роботу як внутрішніх, так і зовнішніх факторів. Її робочий режим спрямований на виконання корисної роботи щодо перетворення технічного об'єкта. Має місце взаємодія складових елементів відкритої багатопараметричної системи "технічна система – об'єкт". Тому науковим завданням, яке потребує розв'язання, є розроблення моделі та дослідження взаємовпливу узагальнених параметрів з урахуванням зовнішніх факторів, зокрема тих, які сприяють підвищенню результативності її функціонування. Виокремимо з-поміж них методи управління програмами і проектами. Першочерговою постає задача розробити таку модель, передусім для динамічної системи, з практичним використанням, наприклад, стосовно проектно-орієнтованого управління транскордонними опозитивно-рятувальними підрозділами ліквідації надзвичайних ситуацій.

Аналіз останніх досліджень. Інтенсивний розвиток міждержавних відносин потребує розробки належних мір та засобів у галузі забезпечення екологічної і пожежної безпеки на прикордонних територіях сусідніх держав. Розроблені відповідні закони, при виникненні надзвичайних ситуацій формуються транскордонні оперативно-рятувальні підрозділи ліквідації надзвичайних ситуацій [1]. Підвищення результативності діяльності таких формувань досягається шляхом використання сучасних засобів навчання і одержання практичних навичок [2] у сфері проведення профілактичних і аварійно-рятувальних робіт на прикордонних територіях. Серйозні техногенні та природні катаклізми потребують використання і практичного застосування нових підходів до формування новітнього пожежника-рятувальника [3]. Сьогодні, використовуючи сучасний стан розвитку наукових досліджень у пожежній справі, високий рівень інформаційних технологій, є завдання підготовки фахівців світового рівня [4], які можуть скласти основу сучасних оперативно-рятувальних підрозділів ліквідації надзвичайних ситуацій на прикордонних територіях сусідніх держав. Проте число наукових публікацій стосовно становлення і розвитку не тільки міждержавних оперативно-рятувальних підрозділів, але й формувань міжобласного рівня обмежене, а то й відсутнє. В [5, 6] обґрунтоване практичне значення формування оперативно-рятувальних підрозділів ліквідації надзвичайних ситуацій, показана важливість інформаційної та нормативно-правової підтримки законодавчими актами сусідніх держав, показана важливість проведення наукових досліджень в цьому напрямку, зокрема моделювання процесів проектно-орієнтованого управління такими формуваннями. Наукова розвідка [7] обґрунтовує практичними прикладами використання у дослідженнях проектно-орієнтованого управління взаємодією оперативно-рятувальних підрозділів двох сусідніх держав засобів геометричного моделювання із залученням

чисел вищих вимірностей. Подальші дослідження спрямовані на виявлення особливостей впливу методів та засобів проектно-орієнтованого управління на взаємодію елементів системи «транскордонні оперативно-рятувальні підрозділи - надзвичайні ситуації» на засадах використання запропонованої А. J. Lotka – V. Volterra основоположної моделі математичної екології [8].

Мета статті полягає у розробленні моделі перебігу процесів у відкритій багатопараметричній технічній системі «транскордонні оперативно-рятувальні підрозділи-надзвичайні ситуації» з можливістю врахування впливу на її параметри методів і засобів управління проектами і програмами.

Основна частина. Призначенням транскордонних оперативно-рятувальних підрозділів є ліквідація надзвичайних ситуацій на прикордонній території своєї чи сусідньої держави. Такі ситуації відрізняються тим, що для їх ліквідації необхідні додаткові сили і засоби, які надає сусідня держава на підставі укладених міждержавних угод як складових портфелів проектів у сфері забезпечення належної екологічної ситуації. Саме потреба у комплектуванні додатковими засобами, запозиченими в іншій державі, говорить про те, що оперативно-рятувальні підрозділи окремо як одної, так і сусідньої держави, природно, не готові до ліквідації усіх без винятку можливих надзвичайних ситуацій, а тенденція до зменшення загроз і, очевидно, числа надзвичайних ситуацій стає підставою до обмежень і скорочення сил і засобів оперативно-рятувальних підрозділів. Приведене обґрунтування дає можливість записати рівняння динаміки для транскордонного оперативно-рятувального підрозділу:

$$\frac{dx}{dt} = -\alpha x, \quad (1)$$

де x – число сил і засобів транскордонного оперативно-рятувального підрозділу, як системи в довільний момент часу t ;

α – коефіцієнт зміни в середовищі транскордонних оперативно-рятувальних підрозділів;

$\frac{dx}{dt}$ – швидкість розвитку транскордонного оперативно-рятувального підрозділу.

Припустимо ймовірність відсутності транскордонних оперативно-рятувальних підрозділів при оптимальному завантаженні транскордонного простору. Очевидно, що така ситуація є вагомою підставою стверджувати про тенденцію зростання числа і потужності надзвичайних ситуацій на транскордонних територіях:

$$\frac{dy}{dt} = \gamma y, \quad (2)$$

де y – масштабність надзвичайних ситуацій на транскордонних територіях в довільний момент часу t ;

γ – коефіцієнт зростання числа і потужності надзвичайних ситуацій.

$\frac{dy}{dt}$ – швидкість зміни масштабності надзвичайних ситуацій.

Виникнення надзвичайних ситуацій на транскордонних територіях потребує адекватного реагування на них оперативно-рятувальних підрозділів. Має місце швидке реагування відповідних органів обох держав, організація та забезпечення додатковими технічними та інформаційними засобами з використанням належних методів управління ресурсами.

Отже, мають місце процеси ліквідації надзвичайних ситуацій силами транскордонних оперативно-рятувальних підрозділів. Очевидно, кількість таких процесів прямо пропорційна величині добутку xu . Ймовірно, при цьому має місце ліквідація надзвичайних ситуацій, яка відбувається з коефіцієнтом δ .

$$\frac{dy}{dt} = \gamma y - \delta yx \quad (3)$$

і зростання числа і потужності транскордонних оперативно-рятувальних підрозділів з коефіцієнтом β

$$\frac{dx}{dt} = -\alpha x + \beta xy. \quad (4)$$

Моделні рівняння (3) і (4) показують динаміку взаємодії елементів системи «транскордонні оперативно-рятувальні підрозділи-надзвичайні ситуації». Має місце взаємовплив елементів системи (рис. 1).

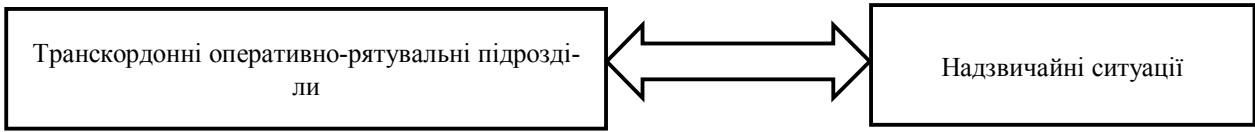


Рисунок 1 – Взаємний вплив елементів системи «транскордонні оперативно-рятувальні підрозділи-надзвичайні ситуації»

Зауважимо, що на процес взаємодії елементів досліджуваної системи впливають різні фактори (рис. 2).

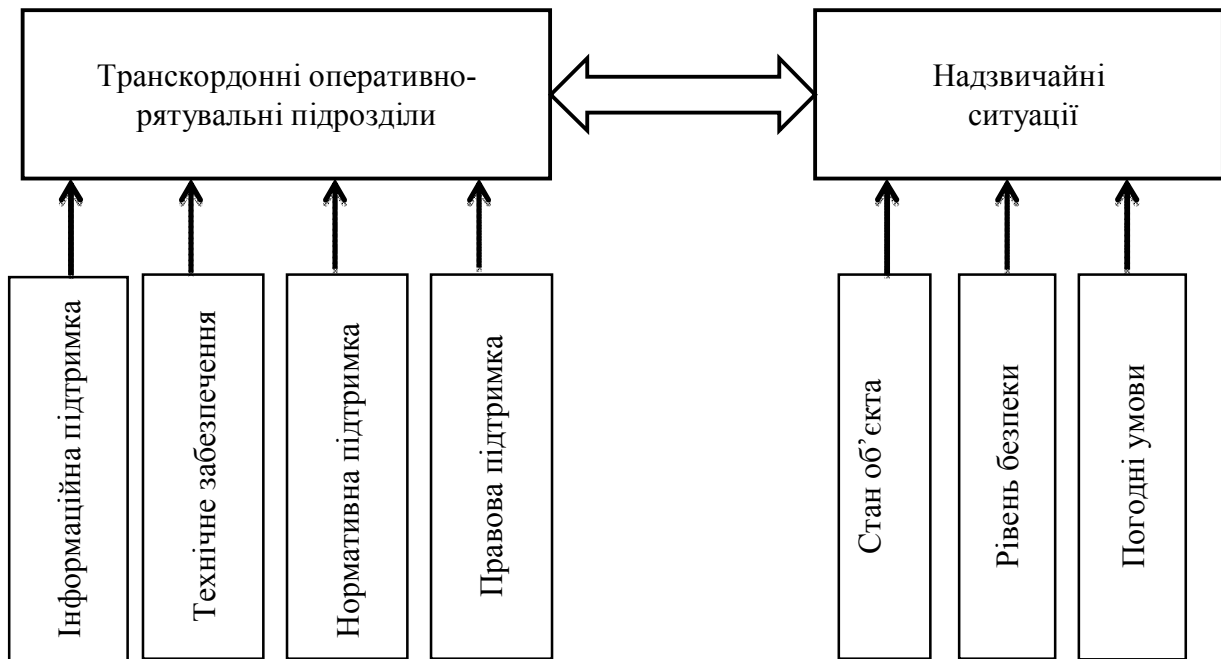


Рисунок 2 – Вплив факторів на взаємодію елементів системи «транскордонні оперативно-рятувальні підрозділи-надзвичайні ситуації»

Отже, система «транскордонні оперативно-рятувальні підрозділи-надзвичайні ситуації» є відкритою з можливістю реагування на зовнішні фактори і введення відповідних коректив у процес взаємодії її окремих елементів (рис. 3).

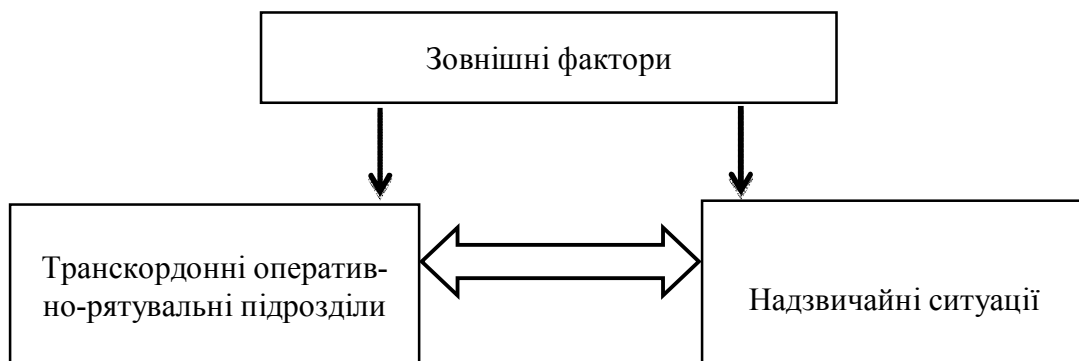


Рисунок 3 – Взаємодія елементів відкритої системи

Зовнішні фактори чинять двоякий вплив на взаємодію елементів досліджуваної системи. Природно допустити, що в якості зовнішніх факторів можна використати чинники, які сприяють підвищенню ефективності взаємодії елементів системи і результативності її функціонування. Природно також допустити, що до таких належать важелі управління. Отже, виділивши їх з-поміж зовнішніх факторів, маємо, що такими можуть бути методи і засоби управління портфелями і проектами транскордонних систем і оперативно-рятувальних підрозділів ліквідації надзвичайних ситуацій (рис.4).

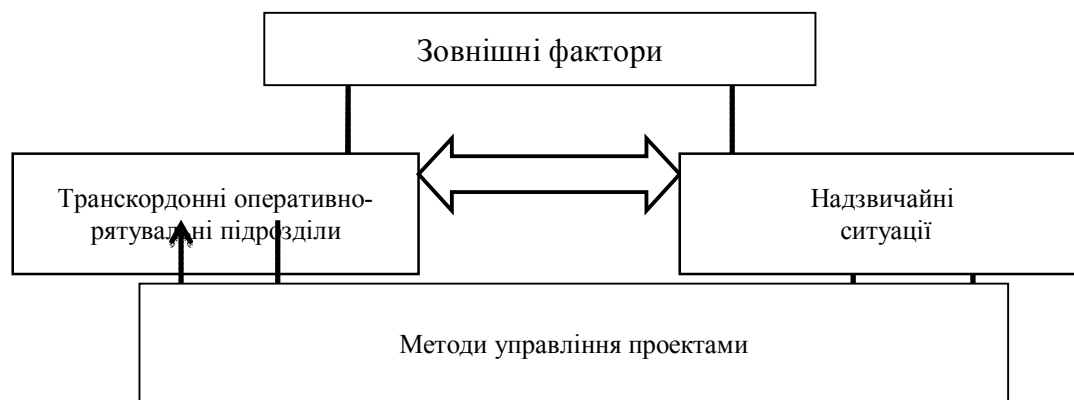


Рисунок 4 – Блок-схема підвищення ефективності функціонування відкритої системи із залученням методів управління проектами

Дослідимо модельні рівняння системи «транскордонні оперативно-рятувальні підрозділи-надзвичайні ситуації». Розрахункова схема (рис.5) містить два інтегруючих блоки 1, 4 і блок множення 2.

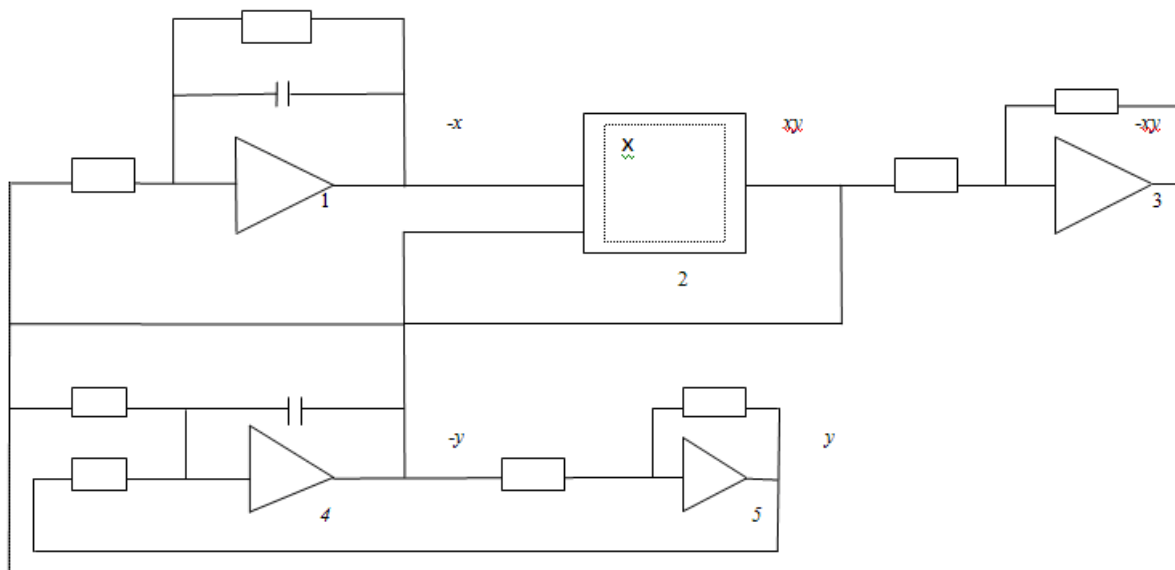


Рисунок 5 – Розрахункова схема системи «транскордонні оперативно-рятувальні підрозділи-надзвичайні ситуації»

Аналізуючи розрахункову систему, бачимо в ній не стійку ланку, яка складається з блоків інтегрування 4 та інвертування сигналу 5. Рівень її нестійкості визначається значенням коефіцієнта γ в (3). Тобто потрібно вживати належних заходів до зменшення ризиків виникнення надзвичайних ситуацій на прикордонних територіях. Ланка 2, 3, 4 є стійкою: її стійкість підвищується при зростанні коефіцієнта β в (4), тобто зростанні результативності поточної діяльності транскордонних оперативно-рятувальних підрозділів.

Блок 1 є стійким при відсутності зв'язку з блоком 2. Стійкість ланки 1, 2 зменшується при зростанні коефіцієнта β в (4). Зменшення коефіцієнта β тотожне зменшенню ризиків виникнення надзвичайних ситуацій на прикордонних територіях. Зазначимо також, що для функціонування розрахункової схеми (див.рис. 5) необхідні початкові умови для блоків інтегрування 1 і 4.

З аналізу розрахункової схеми маємо, що управління параметрами x та y можливе, якщо ввести додаткові елементи, які б на основі інформації про поточні значення x та y в довільний момент часу t формували сигнали управління такими параметрами x та y . Це можуть бути обґрунтовані вище методи і засоби управління проектами і програмами транскордонних систем і оперативно-рятувальних підрозділів ліквідації надзвичайних ситуацій.

Важливим етапом моделювання є візуалізація одержаних результатів. Ефективним є використання системи комп'ютерної математики Matlab і її додатку Simulink. Візуалізація результатів моделювання перебігу процесів у системі «транскордонні оперативно-рятувальні підрозділи-надзвичайні ситуації» може бути здійснена у вигляді інтегральних кривих або фазових траєкторій [9] у двовимірну фазову площину (рис. 6а).

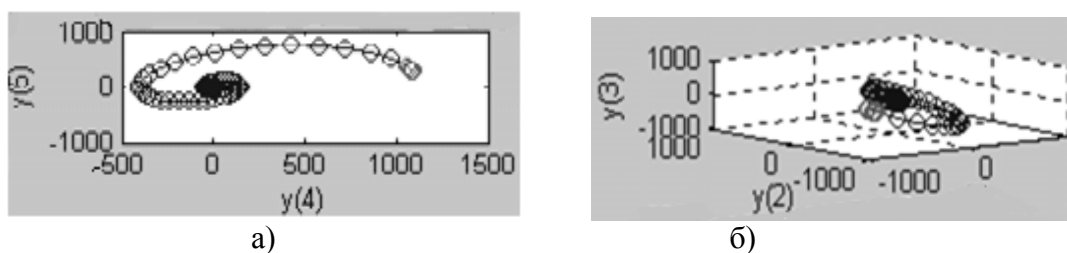


Рисунок 6 – Двовимірні та тривимірні фазові площини, де $y(n)$ – змінний параметр дуальної системи

Подальше ускладнення модельних рівнянь (3) і (4) завдяки використанню методів і засобів управління проектами приводить до появи більшої кількості змінних і постійних параметрів, що потребує використання не тільки двовимірних, але й тривимірних фазових площин (рис. 6б) і відповідних засобів відображення цих параметрів.

Висновки

1. Запропоновані модельні рівняння (3), (4) дають можливість здійснювати геометричне моделювання перебігу процесів у відкритій багатопараметричній системі «транскордонні оперативно-рятувальні підрозділи-надзвичайні ситуації» при постійних значеннях коефіцієнтів α , β , γ , δ .

2. На основі аналізу побудованої розрахункової схеми системи «транскордонні оперативно-рятувальні підрозділи-надзвичайні ситуації» виявлені стійкі та нестійкі її елементи і обґрунтована потреба у встановленні тих значень коефіцієнтів, які забезпечують стійкість усієї системи.

3. Проведений аналіз показав, що система «транскордонні оперативно-рятувальні підрозділи-надзвичайні ситуації» є відкритою системою, на неї впливають зовнішні фактори. Встановлена необхідність введення в модель постійних і змінних параметрів, які б врахували вплив методів і засобів управління проектами і програмами транскордонних систем і оперативно-рятувальних підрозділів ліквідації надзвичайних ситуацій.

4. Показано, що візуалізація перебігу процесів у системі «транскордонні оперативно-рятувальні підрозділи-надзвичайні ситуації» можлива з використанням традиційних геометричних і засобів у двовимірні фазові площини пакетів комп'ютерної математики, зокрема Matlab. Врахування дії методів і засобів управління проектами і програмами транскордонних систем і оперативно-рятувальних підрозділів потребує використання, крім двовимірних, тривимірних фазових площин, а також розроблення відповідних геометричних засобів відображення перебігу процесів.

Список літератури:

1. **Кодекс** цивільного захисту України – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>.
2. **The European Community Civil Protection Mechanism Training Programme**. Luxembourg: Office for Official publications of the European Communities. – 2009. – 20 pp.
3. **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 : – 2011. – Вип. 1. – С. 433-438.
4. **Євсюков О. П.** Когнітивні технології управління інноваціями знань в освітніх проєктах формування кібер-рятувальника. О. П. Євсюков, Ю.П. Рак // Вісник ЛДУ БЖД – 2013. – №8. – с.72-78.
5. **Хмель П.** Модельовання процесів проектно-орієнтованого управління пожежно-рятувальними підрозділами транскордонних територій / П. Хмель, Є. В. Мартин // Вісник ЛДУБЖД. – Л.: ЛДУБЖД, 2014. – №9. – С.123-129.
6. **Хмель П.** Модельні засоби в проектно-орієнтованому управлінні транскордонними оперативно-рятувальними загонами / 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.
7. **Хмель П.** Геометричні засоби багатовимірного простору в проектно-орієнтованому управлінні транскордонними оперативно-рятувальними підрозділами / П. Хмель, Є. В. Мартин // Математика. Геометрія. Інформатика.-Мелітополь: МДПУ, 2014. – С.231-239.
8. **Базыкин А. Д.** Математическая биофизика взаимодействующих популяций / А. Д. Базыкин // М.: Наука, 1985 – .181с.
9. **Лясковська С. Є.** Фазові траєкторії n - простору станів / С. Є. Лясковська // Геометричне та комп'ютерне моделювання. – Харків: ХДУХТ, 2007. – Вип.18. – С.35 - 40.

References:

1. **Code of Civil Protection- Ukraine** Access: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>.
2. **The European Community Civil Protection Mechanism Training Programme**. Luxembourg: Office for Official publications of the European Communities. – 2009. – 20 pp.
3. **Rak J. P.** Theoretical approaches to the design of automation systems selection information with project-based management / J. P. Rak, O. Mykytiv, O. B. Zachko // Project management and production development. – Lugansk: – 2011 – Vol. 1 – P. 433-438.
4. **Evsukov O. P.** Cognitive technology innovation management knowledge in educational projects forming cyber lifeguard. O. P. Evsukov, J. P. Rak // Vestnik LGU BC – 2013. – №8. – s.72-78.
5. **Chmiel P.** Modeling of project-oriented management of fire and rescue units cross-border regions / P. Chmiel, E. V. Martyn // Herald LDUBZHD. – L.: LDUBZHD, 2014. – №9. – S.123-129.
6. **Chmiel P.** Modeling tools in project-oriented management of transboundary Rescue units / P. Chmiel, E. V. Martyn // Theory and practice of firefighting and emergency response. M-ly V Int. scientific-Pract. conf. "Theory and practice of firefighting and emergency response." – Cherkasy: AAC, 2013. – S.77-78.
7. **Chmiel P.** Geometric means of the multidimensional space of design-oriented management of transboundary Rescue units / P. Chmiel, E. Martyn // Mathematics. Geometry. Informatyka. – Melitopol: MDPU, 2014. – S.231-239.
8. **Vazykin A. D.** Matematycheskaya byofyzyka population in vzaymodeystvuyuschyh / A. D. Vazykin // М.: Science, 1985. – 181s.
9. **Ljaskovska S. E.** phase trajectory n - state space / S. E. Ljaskovska // Geometric and Computational Simulation. – Kharkiv: HDUHT, 2007 – Vyp.18. – S.35 - 40