

О. С. САВЕЛЬЄВА, К. І. БЕРЕЗОВСЬКА, І. ХЕБЛОВ, Х. ВАЛІД ШЕР, І. М. ГУР'ЄВ, С. В. КОШУЛЯН

ВІРТУАЛЬНА ПЕРЕДИСЛОКАЦІЯ ДИСКРЕТНОГО ПРОСТОРУ-ЧАСУ В ЗАДАЧАХ ПЛАНУВАННЯ ПРОЕКТНОЇ ЛОГІСТИКИ

Для ефективного застосування фізичних аналогій при оптимізації непередбачених ресурсних потоків у проектному середовищі, які виникають, наприклад, при компенсації ризикових подій, необхідна наявність адекватної дискретної адаптивної віртуальної моделі простору управління проектами. Запропоновано метод побудови «гарячої» моделі на основі попередньої віртуальної передислокації її елементів в усіх функціональних областях. Модель практично реалізована при будівництві енергоспоруджень з позитивним технічним ефектом.

Ключові слова: проектні ризики, ресурсні потоки, «гаряча» модель, віртуальна передислокація, фізичні аналогії.

Для эффективного применения физических аналогий при оптимизации непредвиденных ресурсных потоков в проектной среде, возникающих, например, при реализации рисков событий, необходимо наличие адекватной дискретной адаптивной модели пространства управления проектами. Предложено построение такой модели с помощью виртуальных элементов с переменной проницаемостью и емкостью. Модель реализована при строительстве энергооборудований с положительным техническим эффектом.

Ключевые слова: проектные риски, ресурсные потоки, «горячая» модель, виртуальная передислокация, физические аналогии.

For the effective use of physical analogies in the optimization of emergency resource in the environment of design flows that occur, for example, when payment risk events, you need adequate adaptive virtual space discrete models of project management. The proposed method of constructing "hot" based on the model of the previous virtual relocation of its members in all functional areas. The model is practically implemented in the construction energoprojekt with a positive technical effect. Any thermodynamic substance (heat, pressure, weight, etc.), cannot abruptly go through any small area carrying, she must go all the way through all of the elements between the beginning and the end of the transfer without tearing and logistics resource can also move in that sense continuously, and may "jump" to any distance from the project start element to the end, bypassing all the intermediate elements. For playback of such "jumps" in the model a method is proposed, which involves preliminary "hot" relocation of a discrete space-time of the project activities. Under hot-relocation will understand prior changes in the structure of the original ordered discrete space-time, which runs continuously during the execution of the project, regardless of whether there are some risk events or not. That is, the current model structure of a discrete space-time is constantly changing, reproducing the current state of the existing cell and storage resources. The developed method of on-line geometrical adaptation of the structure of the elements of the environment to the real needs of the optimization processes, with the Express design of logistics flows, aimed at minimizing losses during the realization of risk events. Tests in Corporation "UNION" showed: the project execution period is reduced by 11 %; the cost of implementation of the project was reduced to 1.25 %; the amount of risk, which managed to be prevented – 17 %.

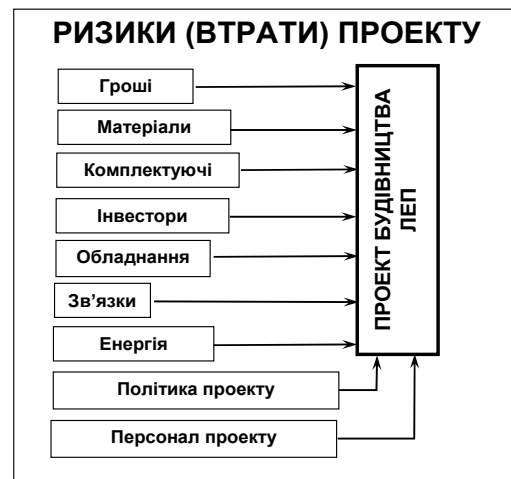
Keywords: project risks, resource flows, hot model, virtual relocation, physical analogy.

Вступ. Останнім часом широкого поширення набувають проекти створення великих розповсюджених об'єктів, які відрізняються розташуванням на значній території, що ускладнює, в першу чергу, проектну логістику, як планову, проектувану при початковому плануванні проекту, так і надзвичайну, викликану небажаними ризиковими подіями на об'єкті.

Управління проектом створення великих розповсюджених об'єктів, як і будь-яким іншим стратегічним процесом, підлягає ретельному структурному плануванню, яке забезпечує ефективне виконання всіх передбачених проектом робіт в задані строки.

Таке планування передбачає і очікування різноманітних подій, які в проектному управлінні називаються ризиковими. План проекту в цілому передбачає деякі дії з компенсації «планових» ризикових подій, для чого створює запаси коштів, матеріалів, часу, виходячи з ймовірності настання кожної такої події та прогнозованих витрат на таку компенсацію.

Аналітичний огляд. На жаль, проектна діяльність, як правило, розвивається не за первинним планом, реагуючи таким чином на безліч ризикових подій, що виникають під впливом турбулентного навколишнього середовища [1]. Дійсно, обидва показники планового ризику (ймовірність настання, витрати на компенсацію) носять стохастичний характер, крім того, абсолютно стохастичні незаплановані ризики, найбільш небезпечні саме своєю несподіваністю. При цьому живучість проекту (ймовірність його виконання у визначені терміни, при заданих ресурсах і заданій якості) знижується, аж до повної зупинки його виконання (рис. 1).



а



б

Рис. 1 – Ризики (втрати): а – проектної діяльності, б – продукту проекту

© О. С. Савельева, К. И. Березовская, И. Хеблов, Х. Валід шер, И. М. Гур'ев, С. В. Кошулян. 2016

У зв'язку з цим менеджмент проекту повинен реагувати на будь-які ризикові події швидко, найчасті-

ше, в форс-мажорних обставинах, які не залишають достатньо часу для ретельного аналізу обстановки і прийняття ефективних рішень щодо усунення наслідків прогнозованих і, особливо, несподіваних ризикових подій.

Найважливішою складовою такого реагування є вірогідний перерозподіл ресурсів проекту (фінансів, енергії, матеріалів, виконавців, інформації) між його елементами – проектна логістика [2], для передбачених ризикових подій – планова, а для несподіваних – надзвичайна.

З цього випливає, що практичне реагування на ризики планових та надзвичайних етапів проектів містить елементи, неможливі без логістики: закупівля, доставка та ін. передбачені відповідними стандартами [3]. На жаль, ці стандарти не дають інформацію про те, як вибудувати таку логістику, щоб вона при мінімальних допустимих витратах у межах проектного бюджету встигла врятувати проект від наслідків ризикових подій.

Як відомо, проектна логістика – це наука про управління й оптимізацію матеріальними, фінансовими та інформаційними потоками, потоками послуг на основі застосування сучасних технологій і найбільш прогресивних економічних рішень, яка інтегрує внутрішні і зовнішні матеріалопотоки і направлена на досягнення місії та цілей проекту [4].

Оскільки ресурси і час проекту завжди обмежені, а аварійний перерозподіл, як правило, зачіпає інтереси ще й інших, не тільки постраждалих від ризикових подій, функціональних областей проекту і його учасників, завдання неминуче зводиться до багатоцільовий багатовимірної оптимізації з великою кількістю обмежень [5–7].

Швидке і точне аналітичне рішення подібних задач оптимізації в умовах проектною діяльності неможливе через відсутність на момент ризикової події багатьох вихідних даних і адекватних математичних моделей, а існуючий когнітивний підхід, в якому пошук кращих рішень здійснюють на шляху досягнення критеріальної подібності між параметрами проектного та термодинамічного процесів [8], обмежений відсутністю адекватної формалізації проектного середовища, в якому ці процеси протікають.

Адже термодинамічні процеси протікають крізь простір послідовно, долаючи на своєму шляху усі проміжні елементи шляху, а процеси логістики можуть здійснюватися й безпосередньо між елементами, які розташовані один від одного на значній відстані! Більш того, навіть поняття «відстань» у цьому випадку не має сталого визначеного сенсу, адже розбиття простору на елементи управління проектами є вельми умовним [9].

Відсутність скінченного і повного опису проектного середовища, в рамках якого повинна починатися «битва за проект», її елементів і властивостей, а також методів адаптації моделей середовища до реальних подій процесів управління і пов'язаних з цим проектних ризиків, робить будь-який метод оптимізації не-

суворими, а його результати неефективними.

Мета роботи. Метою роботи є збереження ефективності проектною діяльності протягом усього періоду її реалізації за рахунок вчасної та повної компенсації наслідків ризикових подій в усіх функціональних областях шляхом побудови та впровадження в управління ризиками проекту адекватної дискретної адаптивної віртуальної моделі надзвичайної логістики в просторі управління проектами.

Для досягнення цієї мети в роботі були висунуті та розв'язані наступні задачі: визначено поняття проектною логістики у надзвичайних ситуаціях, виконано класифікацію ресурсів, що переносяться, з точки зору надзвичайної логістики, розроблено метод попередньої передислокації дискретного простору-часу з метою підтримання «гарячого» стану системи компенсації наслідків ризикових подій, виконані практичні випробування результатів дослідження з позитивним техніко-економічним ефектом.

Проектна логістика у надзвичайних ситуаціях. Розглянемо процеси перенесення ресурсів для компенсації наслідків ризикових подій на прикладі надзвичайної логістики – нового, по відношенню до початкового проектного плану, етапу проектною діяльності, що забезпечує матеріально-технічними, енергетичними, інформаційними, людськими та іншими видами постачання розв'язання виникаючих в результаті реалізації проектною діяльності проблем, пов'язаних з прогнозованими або латентними ризиковими подіями.

Як сказано вище, будь-яка спроба формалізувати ці процеси з метою надання їм більш або менш адекватного математичного опису стикається з серйозними труднощами, пов'язаними, в основному, з багатовекторністю, багатофакторністю, а також внутрішньою і зовнішньою взаємопов'язаністю параметрів проектною діяльності.

Дійсно, в одне логістичне проектне рівняння необхідно звести і фінанси, і матеріали, і енергію, і терміни, і документи, і багато іншого. Причому керувати цим, за аналогією з рівняннями переносу, доводиться залежною змінною в просторі-часу незалежних змінних, яких з урахуванням функціональних областей проектною діяльності, як мінімум, одинадцять [10]. І це тільки за однієї змінної на кожен область. У складних проектах розмірність такого простору може бути значно вище.

Класифікація ресурсів, що переносяться. Робота над формалізацією надзвичайної логістики починається з класифікації ресурсів, що переносяться. Причому, класифікацію здійснювали не звичайну – за фізичними станами (табл. 1), а з точки зору рівнів абстракції (табл. 2), на яких можуть бути розглянуті будь-які ресурси.

Наприклад, кошти можуть бути перераховані по Інтернету, і тоді вони потрапляють в рівень абстракції «інформаційний», а можуть бути доставлені готівкою з нарочним, тоді цей же ресурс розглядається на рівні «дрібнодисперсний» або навіть «людський фактор».

Таблиця 1 – Традиційна класифікація проектних ресурсів на різні фізичні стани

№№ з/п	Назва ресурсу	Фізичний стан	Швидкість передачі
1	Г – гроші	Інформаційний носій	Велика
2	І – інформація	Інформаційний носій	Велика
3	Д – документи	Інформаційний носій	Велика
4	Е – енергія	Линії електропередач, трубопроводи	Середня
5	М – матеріали	Грузовий транспорт	Мала
6	К – комплектуючі	Грузовий транспорт	Мала
7	О – оснастка	Грузовий транспорт	Мала
8	Т – техніка	Грузовий транспорт	Мала
9	У – учасники	Пасажирський транспорт	Мала

Таблиця 2 – Проектна логістична класифікація за рівнями абстракції

№№ з/п	Рівень абстракції	Назва ресурсу	Швидкість передачі	Ризики передачі
1	Інформаційний	Г – Гроші,	Велика	Втрати або пошкодження
2	Дрібнодисперсний	І – інформація,	Середня	Втрати або пошкодження
3	Крупнодисперсний	Е – енергія,	Мала	Пошкодження
4	Людський фактор	М – матеріали, К – комплектуючі, О – оснастка, Т – техніка, У – учасники, Д – документи	—	Соціальні і медичні проблеми

Навіть доставка підйомного крана на сотні кілометрів може бути розглянута на природному для нього «крупнодисперсному» рівні, а може і на «інформаційному», якщо, наприклад, у зоні ризикового події є інший такий же кран, і для залучення його в усунення наслідків досить подзвонити по телефону – типовий «інформаційний» рівень.

Для формалізації незалежних змінних, тобто середовища проектної діяльності в роботі його розглядали у вигляді дискретного десятивимірної гіперкуба, уздовж вимірювань якого відкладено по одному параметру з кожної функціональної області проекту, що рухається в часі [10]. Кожному дискретному елементу середовища ставиться у відповідність унікальні координати і конкретний час.

Беззаперечно, існує суттєва різниця між термодинамічними перенесеннями в межах неперервного фізичного середовища і логістичним проектним перенесенням. І справа тут навіть не в тому, що термодинамічний процес неперервний, а логістичний є дискретним. Як зазначено в аналітичному огляді, будь-яка термодинамічна субстанція (тепло, тиск, маса тощо), не може стрибкоподібно перейти через будь-яку малу ділянку перенесення, – вона повинна пройти весь шлях крізь усі елементи між початком і кінцем перенесення без розривів, а логістичний ресурс також може рухатися у цьому сенсі неперервно, а може і «перестрибнути» на будь-яку відстань від проектного початкового елемента до кінцевого, минаючи всі проміжні елементи.

Для відтворення таких «стрибків» в моделі пропонується метод, який передбачає попередню «гарячу» передислокацію дискретного простору-часу проектної діяльності.

Метод попередньої «гарячої» передислокації дискретного простору-часу. Під «гарячою» передислокацією будемо розуміти попередню зміну структури початково впорядкованого дискретного простору-часу, яка виконується постійно під час виконання

проекту, незалежно від того, відбуваються деякі ризикові події або ні. Тобто, поточна модель структури дискретного простору-часу постійно змінюється, відтворюючи поточний стан наявних в елементах та на складах ресурсів.

Розглянемо конкретний приклад. Для цього розіберемо простір проектної діяльності на скінченну кількість елементів та пронумеруємо їх так, як це показано на рис. 2. На рисунку умовно показаний двовимірний простір ($N = 2$), Початкова нумерація довільна, і може бути виконана в будь-який інший спосіб. Центральну клітинку на рисунку залишаємо вільною. Будемо вважати, що за кожним елементом закріплена відома кількість деякої вимірюваної субстанції, яка може бути віднесена до одного з перерахованих в таблиці 1 ресурсів. Хай це буде деякий матеріал, використовуваний в проектній діяльності, кількість якого в межах кожного елемента, позначеного на рис. 2, дорівнює: $Q_1^0, Q_2^0, \dots, Q_{80}^0$.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31	32	33	34	35	36
37	38	39	40		41	42	43	44
45	46	47	48	49	50	51	52	53
54	55	56	57	58	59	60	61	62
63	64	65	66	67	68	69	70	71
72	73	74	75	76	77	78	79	80

Рис. 2 – Початкове розташування елементів проектної діяльності

Таким чином отримуємо стан розподілу відповідного ресурсу на початок здійснення проекту. З часом

з різних причин (технологічне використання, втрата, перерозподіл між елементами, тощо) ця картина змінюється та на i -й ітерації врахування залишків набуває такого вигляду: $Q_1^i, Q_2^i, \dots, Q_{80}^i$.

Така модель дозволяє контролювати об'єм залишків відповідного ресурсу протягом усіх ітерацій проектної діяльності – від її початку до завершення. В ідеальному випадку такий розподіл ресурсів та його зміна повинна відповідати плановому плину процесу. На жаль, як було згадано вище, на плановий плин процесу постійно очікують різноманітні ризики, для компенсації наслідків яких необхідно виконати надзвичайний, відносно швидкий перерозподіл ресурсів, який руйнує заплановані перерозподіли.

Враховуючи те, що в реальній проектній діяльності N значно більше двох (реально, тисячі) елементів (вздовж кожного з розмірів простору значно більше дев'яти), а також те, що прийняття рішення з компенсації наслідків ризикової події треба робити якнайшвидше, пропонується застосувати віртуальну модель яка створюється паралельно реальній та супроводжує її протягом усіх ітерацій проекту. Для цього виконується ранжування усіх елементів за кількістю відповідного ресурсу таким чином, що елементи з найбільшим вмістом ресурсу розташовувалися ближче до центральної клітинки моделі, утворюючи шар з найбільш насичених ресурсом елементів (рис. 3).

Аналогічно утворюється наступний шар елементів і т.д. Таким чином, якщо в реальній моделі розташування ресурсів по елементах проектної діяльності із часом змінюється лише їхня кількість Q , то в віртуальній моделі змінюється вже розташування самих елементів на схемі, тобто відбувається віртуальна передислокація в межах дискретного простору-часу проектної діяльності. Зазначимо, що така передислокація здійснюється на кожній ітерації проектної діяльності незалежно від того, відбулася чи ні прогнозована або несподівана ризикова подія.

В результаті, кожний промінь, який виходить з центральної клітинки та проходить крізь умовні центри інших (рис. 3), є шляхом, за яким може бути здійснено транспортування ресурсу.

49	2	30	41	75	6	77	63	9
80	71	12	13	58	60	61	17	43
19	20	21	22	48	24	25	47	27
35	29	39	31	32	11	34	72	36
76	38	3	78	50	44	18	42	42
54	46	16	37	1	40	15	52	53
62	55	65	57	14	59	51	26	45
67	64	56	69	8	68	66	4	33
28	73	74	5	23	7	10	79	70

Рис. 3 – «Гаряче» розташування елементів проектної діяльності яке виникає після чергового етапу віртуальної передислокації

З правил побудови моделі виходить, що на i -й ітерації:

$$Q_{11}^i > Q_{25}^i > Q_{17}^i > Q_9^i \tag{1}$$

Механізм підтримки прийняття рішень із надзвичайної (додаткової, викликаного ризиковими подіями) проектної логістики, виглядає наступним чином. Як тільки така подія відбувається, в останній віртуальній моделі елемент, в якому подія відбулася (наприклад елемент № 52 на рис. 4), переміщується в центральну клітинку, а розрахунок параметрів логістики виконується вздовж однієї з осей, в якій градієнт кількості ресурсу найбільший.

49	2	30	41	75	6	77	63	9
80	71	12	13	58	60	61	17	43
19	20	21	22	48	24	25	47	27
35	29	39	31	32	11	34	72	36
76	38	3	78	50	44	18	42	42
54	46	16	37	1	40	15	52	53
62	55	65	57	14	59	51	26	45
67	64	56	69	8	68	66	4	33
28	73	74	5	23	7	10	79	70

Рис. 4 – Схема до визначення напрямку перерозподілу ресурсів за допомогою віртуальної передислокації простору-часу проектної діяльності

У підсумку, коли напрямок із найбільшим градієнтом знайдено, саме до нього застосовується метод термодинамічної аналогії, і на цьому план надзвичайної логістики вважається сформованим!

Загальна схема підтримки проектних рішень за допомогою методу попередньої «гарячої» віртуальної передислокації дискретного простору-часу наведена на рис. 5.

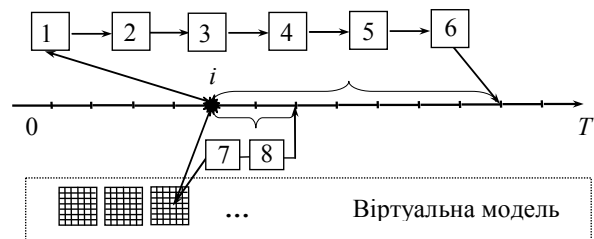


Рис. 5 – Схема методу попередньої «гарячої» передислокації дискретного простору-часу

В її основі дискретна адаптивна віртуальна модель простору управління проектами, яка від ітерації до ітерації накопичує інформацію про зміну поточного стану розподілу ресурсів по елементах проектної діяльності та на складах.

На рис. 5 позначено: 1 – збирання інформації з усіх елементів проектної діяльності про наявність необхідного ресурсу, 2 – визначення елементів, з яких

можна «позичити» необхідну кількість ресурсу, 3 – визначення шляху доставки ресурсу, 4 – визначення способу (технології) доставки ресурсу, 5, 7 – визначення плану надзвичайного переміщення ресурсу, 6, 8 – здійснення надзвичайного переміщення ресурсу до елемента, де відбулася ризикова подія.

Згідно з рис. 5, плановий життєвий цикл проекту $0 \dots T$, який складається з окремих ітерацій, на i -й ітерації переривається незапланованою ризиковою подією в елементі R , що потребує негайного втручання менеджера для ліквідації наслідків останньої. Хай до такої ліквідації необхідно залучити додаткову до планової – надзвичайну логістику, суть якої полягає в аварійному перекиданні різних ресурсів (матеріалів, коштів, енергії, обладнання, тощо) від одних до інших елементів (передбачається, що цей ресурс там є в достатній кількості), незалежних складів або інших джерел.

Розрахунок параметрів надзвичайної логістики потребує від менеджера отримання та переробки значного об'єму інформації, що он-лайн з плановим виконанням проекту може розтягнутися на велику кількість ітерацій проектної діяльності, аж до призупинки останньої. Якщо ж з самого початку проекту створюється та підтримується на кожній ітерації віртуальна модель, то її наявність може значно зменшити час прийняття рішень (див. рис. 5), оскільки уся необхідна інформація про поточний стан розподілу ресурсів по елементах та джерелах міститься в такій моделі.

Практичні випробування результатів дослідження. Наведені рішення дозволили запропонувати інформаційну підсистему підтримки прийняття логістичних рішень «RILAM-L» загальної системи оптимізації процесів прийняття проектних рішень, а також зниження вартості та термінів виконання проектів «RILAM», що складається з блоків класифікації ресурсу, розрахунку логістичних параметрів надзвичайного етапу проекту, компенсації наслідків ризикових подій, побудови десятивимірної логістичної моделі, адаптації (спотворення) проектної середовища під клас ресурсу, а також розрахунку логістичних параметрів надзвичайного етапу проекту.

Підтверджена можливість ефективного використання нових проектно-орієнтованих методів і моделей для успішного управління ресурсами і середовищем в проектах будівництва споруд відповідального призначення.

В Корпорації «СОЮЗ» (м. Одеса) були проведені випробування системи «RILAM-L» оптимізації витрат на запобігання і компенсацію наслідків ризикових подій, заснованої на проектуванні за допомогою віртуальної моделі передислокації простору-часу для планування надзвичайної логістики ресурсів на основі фізичних аналогій.

Система «RILAM-L» була задіяна при управлінні проектом будівництва підстанції ПС 750/330 кВ «Кавовська» з позитивним техніко-економічним ефектом.

Обговорення результатів. Результати роботи створюють можливість використання для планування процесів, необхідних для компенсації ризикових подій у проектній діяльності, за допомогою термодинамічних аналогій. Розроблена для цього віртуальна адаптивна модель дискретного формалізованого середовища процесів перенесення проектних ресурсів до-

зволяє співвідносити в процесі моделювання такі обставини, які серйозно відрізняють фізичні процеси від проектних.

До таких процесів належать, зокрема, фізичні закони та проектні правила перенесення ресурсу. Подолано суперечність, яка виникає від того, що фізичні процеси довільні, а проектні визначаються рішеннями, що приймаються менеджерами проекту.

Поставлені і вирішені в роботі завдання є основою для подальшого продовження наукових досліджень і практичного впровадження адаптивних моделей з метою математичної підтримки проектної діяльності на етапах запобігання і компенсації наслідків проектних ризиків.

Висновки. В результаті аналізу планових та несподіваних ризикових подій визначено поняття проектної логістики у надзвичайних ситуаціях як перенесення різноманітних ресурсів проекту для ліквідації наслідків ризикових подій.

Виконано класифікацію ресурсів, що переносяться, з точки зору надзвичайної логістики, яка відрізняється від класифікації за фізичною суттю ресурсів (гроші, матеріали, інформація, люди, тощо), а виконується за методами та швидкістю їхнього перенесення.

Розроблено метод попередньої передислокації дискретного простору-часу з метою підтримання «гарячого» стану системи компенсації наслідків ризикових подій, який дозволяє створювати та підтримувати у «гарячому» стані віртуальну модель поточного стану розподілу ресурсів по елементах проектної діяльності.

В Корпорації «СОЮЗ» (м. Одеса) були проведені випробування системи «RILAM-L» оптимізації витрат на запобігання і компенсацію наслідків ризикових подій, заснованої на проектуванні за допомогою віртуальної моделі передислокації простору-часу для планування надзвичайної логістики ресурсів на основі фізичних аналогій.

Випробування показали наступні техніко-економічні результати: терміни виконання проекту знижено на 11 %; вартість виконання проекту знижена в 1,25 рази; кількість ризиків, які вдалося попередити, зросла на 17 %.

Список літератури:

1. Вишняков, Я. Д. Общая теория рисков [Текст] / Я. Д. Вишняков, Н. Н. Радаев. – Москва: Академия, 2008. – 368 с.
2. Савельева, О. С. Формалізація простору управління проектами [Текст]: зб. наук. пр. / О. С. Савельева, А. Л. Становский, И. И. Становская, Е. И. Березовская, И. Хеллов, И. Н. Гурьев, И. А. Саух // Нові рішення в сучасних технологіях. – 2016. – № 42 (1214). – С. 154–159.
3. Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство РМВОК®) [Текст]. – Институт управления проектами, 2013. – 586 с.
4. Курочкин, Д. В. Логистика [Текст] / Д. В. Курочкин. – Минск: ФУАинформ, 2012. – 268 с.
5. Шоробура, Н. Н. Разработка моделей и программных средств для многокритериальной оптимизации слабосвязанных объектов в компьютерных информационных системах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://masters.donntu.org/2004/kita/shorobura/diss/index.htm>
6. Духанина, М. А. Эволюционная оптимизация слабосвязанных систем [Текст] / М. А. Духанина, Е. Ю. Лебедева, П. С. Швеиц, Л. А. Одукалец // Збірник наукових праць Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г. С. Пухова. – 2013. – № 67. – С. 74–81.

7. Zhang, X. Effective medium theory for anisotropic metamaterials [Text] / X. Zhang, Y. Wu // Scientific Reports. – 2015. – № 5. – P. 7892 doi: [10.1038/srep07892](https://doi.org/10.1038/srep07892)
8. Савельева, О. С. Разработка термодинамической критериальной поддержки когнитивных моделей переноса в управлении проектами и программами [Текст] / О. С. Савельева, И. И. Становская, А. В. Торopenko, И. Н. Щедров, Е. И. Березовская // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2015. – № 6/3 (78). – С. 53–59. doi: [10.15587/1729-4061.2015.55714](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.55714)
9. Становская, И. И. Фрактальная размерность проектной деятельности [Текст]: мат. XXI семин. / И. И. Становская, Е. В. Колесникова, И. Н. Гурьев // Моделирование в прикладных научных исследованиях, 2013. – С. 23–25.
10. Чернов, С. К. Облік ризиків і невизначеностей в організаційних проектах [Текст] / С. К. Чернов. – Управління проектами та розвиток виробництва. – 2006. – № 1 (17). – С. 41–44.
3. Рукководство к Svodu znanij po upravleniju proektami (Rukovodstvo PMBOK®) (2013). Institut upravlenija proektami, 586.
4. Kurochkin, D. V. (2012). Logistika. Minsk: FUAinform, 268.
5. Shorobura, N. N. (2004). Razrabotka modeley i programmyh sredstv dlya mnogokriterialnoy optimizatsii slozhnyh ob'ektov v kompyuternykh informatsionnykh sistemah. Available at: <http://masters.donntu.org/2004/kita/shorobura/diss/index.htm>
6. Duxanina, M. A., Lebedyeva, E. Yu., Shvecz, P. S., Odukalicz, L. A. (2013). Evolyucijna opyt' mizacija slabosvyazanny'x sy'stem. Zbirny'k naukovy'x prac' Insty'tutu problem modelyuvannya v energety'ci im. G. S. Puxova, 67, 74–81.
7. Zhang, X., Wu, Y. (2015). Effective medium theory for anisotropic metamaterials. Scientific Reports, 5, 7892. doi: [10.1038/srep07892](https://doi.org/10.1038/srep07892)
8. Saveleva, O. S., Stanovskaya, I. I., Toropenko, A. V., Schedrov, I. N., Berezovskaya, E. I. (2015). Thermodynamic criterial support for the cognitive transfer models in the project and program management. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6(3(78)), 53–59. doi: [10.15587/1729-4061.2015.55714](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.55714)
9. Stanovskaya, I. I., Kolesnikova, E. V., Gurev, I. N. (2013). Fraktalnaya razmernost' proektnoy deyatel'nosti. Modelirovanie v prikladnykh nauchnykh issledovaniyakh, 23–25.
10. Chernov, S. K. (2006). Oblik ryzykiv i nevyznachenostej v organizacijnyx proektax. Upravlinnya proektami ta rozvitok virobnitstva, 1 (17), 41–44.

Bibliography (transliterated):

1. Vishnyakov, Ya. D., Radaev, N. N. (2008). Obschaya teoriya riskov. Moscow: Akademiya, 368.
2. Saveleva, O. S., Stanovskiy, A. L., Stanovskaya, I. I., Berezovskaya, E. I., Heblou, I., Gurev, I. N., Sauh, I. A. (2016). Formalizatsiya prostranstva upravleniya proektami. Novi rishennya v suchasnykh tehnologiyah, 42 (1214), 154–159.

Поступила (received) 11.11.2016

Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions

Віртуальна передислокація дискретного простору-часу в задачах планування проектної логістики/ О. С. Савельєва, К. І. Березовська, И. Хеблов, Х. Валид Шер, И. М. Гур'єв, С. В. Кошулян// Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Харків : НТУ «ХПІ», 2016. – No 49(1221). – С.56–62. – Бібліогр.: 10 назв. – ISSN 2079-5459.

Виртуальная передислокация дискретного пространства-времени в задачах планирования проектной логистики/ О. С. Савельева, Е. И. Березовская, И. Хеблов, Х. Валид Шер, И. Н. Гурьев, С. В. Кошулян// Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – Харків : НТУ «ХПІ», 2016. – No 49(1221). – С.56–62. – Бібліогр.: 10 назв. – ISSN 2079-5459.

The discrete space-time virtual relocation in project logistics planning/ O. Saveleva, K. Beresovska, I. Heblou, H. Valid Sher, I. Gurjev, S. Koshulyan//Bulletin of NTU “KhPI”. Series: Mechanical-technological systems and complexes. – Kharkov: NTU “KhPI”, 2016. – No 49 (1221).– P.56–62. – Bibliogr.: 10. – ISSN 2079-5459.

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Савельєва Оксана Степановна – доктор технічних наук, доцент, Одеський національний політехнічний університет, професор кафедри нафтогазового та хімічного машиностроєння, пр. Шевченка, 1, г. Одеса, Україна, 65044; e-mail: okssave@gmail.com.

Березовська Катерина Ігорівна – Одеський національний політехнічний університет, аспірант кафедри нафтогазового та хімічного машиностроєння; пр. Шевченка, 1, г. Одеса, Україна, 65044; e-mail: beresovska@gmail.com.

Хеблов Ісмаїл – Одеський національний політехнічний університет, аспірант кафедри нафтогазового та хімічного машиностроєння; пр. Шевченка, 1, г. Одеса, Україна, 65044; e-mail: heblou@gmail.com.

Хусайн Валид шер – Одеський національний політехнічний університет, аспірант кафедри нафтогазового та хімічного машиностроєння; пр. Шевченка, 1, г. Одеса, Україна, 65044.

Гур'єв Іван Николаевич – Одеський національний політехнічний університет, аспірант кафедри нафтогазового та хімічного машиностроєння; пр. Шевченка, 1, г. Одеса, Україна, 65044; e-mail: ihuriev@odessa.gov.ua

Кошулян Сергій Вікторович – Одеський національний політехнічний університет, аспірант кафедри нафтогазового та хімічного машиностроєння; пр. Шевченка, 1, г. Одеса, Україна, 65044; e-mail: seregal2451@rambler.ru.

Савельєва Оксана Степанівна – доктор технічних наук, доцент, Одеський національний політехнічний університет, професор кафедри нафтогазового та хімічного машинобудування; пр. Шевченка, 1, м. Одеса, Україна, 65044; e-mail: okssave@gmail.com.

Березовська Катерина Ігорівна – Одеський національний політехнічний університет, аспірант кафедри нафтогазового та хімічного машинобудування; пр. Шевченка, 1, м. Одеса, Україна, 65044; e-mail: beresovska@gmail.com.

Хеблов Ісмаїл – Одеський національний політехнічний університет, аспірант кафедри нафтогазового та хімічного машинобудування, пр. Шевченка, 1, м. Одеса, Україна, 65044; e-mail: heblov@gmail.com.

Хуссєїн Валід Шер – Одеський національний політехнічний університет, аспірант кафедри нафтогазового та хімічного машинобудування, пр. Шевченка, 1, м. Одеса, Україна, 65044.

Гур'єв Іван Миколайович – Одеський національний політехнічний університет, аспірант кафедри нафтогазового та хімічного машинобудування, пр. Шевченка, 1, м. Одеса, Україна, 65044; e-mail: ihuriev@odessa.gov.ua.

Кошулян Сергій Вікторович – Одеський національний політехнічний університет, аспірант кафедри нафтогазового та хімічного машинобудування, пр. Шевченка, 1, м. Одеса, Україна, 65044;

Oksana Saveleva – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Odessa National Polytechnic University, Professor, Department of oil and gas and chemical engineering; Shevchenko ave., 1, Odessa, Ukraine, 65044; e-mail: okssave@gmail.com.

Ekaterina Berezovska – Odessa National Polytechnic University, Postgraduate of the Department of oil and gas and chemical engineering; Shevchenko ave., 1, Odessa, Ukraine, 65044; e-mail: beresovska@gmail.com.

Heblov Ismail – Odessa National Polytechnic University, Postgraduate of the Department of oil and gas and chemical engineering; Shevchenko ave., 1, Odessa, Ukraine, 65044; e-mail: heblov@gmail.com.

Walid Sher Hussain – Odessa National Polytechnic University, Postgraduate of the Department of oil and gas and chemical engineering; Shevchenko ave., 1, Odessa, Ukraine, 65044.

Ivan Guryev – Odessa National Polytechnic University, Postgraduate of the Department of oil and gas and chemical engineering; Shevchenko ave., 1, Odessa, Ukraine, 65044; e-mail: ihuriev@odessa.gov.ua

Sergiy Koshulyan – Odessa National Polytechnic University, Postgraduate of the Department of oil and gas and chemical engineering; Shevchenko ave., 1, Odessa, Ukraine, 65044; e-mail: serega12451@rambler.ru.

УДК 519.812.3: 519.816

О. В. ШУЛИМА, В. В. ШЕНДРИК, П. ДАВІДСОН

ФОРМАЛІЗАЦІЯ ЗАДАЧІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ГІБРИДНОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ

Розглядається модель прямої агрегації оціночних критеріїв в задачі багатокритеріального аналізу альтернативних варіантів побудови енергетичних мереж з відновлювальними джерелами енергії. Для розрахунку загальної функції корисності пропонується процедура приведення кількісних і якісних критеріїв до «нечіткості». За схемою Беллмана-Заде розглядається ранжування альтернативних рішень вибору структури енергетичної системи в межах трьох сценаріїв. При умові неявної переваги альтернативи пропонується оцінка альтернатив за максимумним критерієм.

Результати досліджень можуть бути використані у відповідній системі підтримки прийняття рішень.

Ключові слова: енергетична система, відновлювальні джерела енергії, альтернативи, багатокритеріальна задача прийняття рішень.

Рассматривается модель прямой агрегации оценочных критериев в задаче многокритерийного анализа альтернативных вариантов построения энергетических сетей с возобновляемыми источниками энергии. Для расчета общей функции полезности предлагается процедура приведения количественных и качественных критериев к «нечеткости». По схеме Беллмана-Заде рассматривается ранжирование альтернативных решений выбора структуры энергетической системы в пределах трех сценариев. При условии неявного преимущества альтернативы предлагается оценка альтернатив по максимумному критерию.

Результаты исследований могут быть использованы в соответствующей системе поддержки принятия решений.

Ключевые слова: энергетическая система, возобновляемые источники энергии, альтернативы, многокритерийная задача принятия решений.

The paper is considering a problem of providing energy via Hybrid Renewable Energy Systems. It is proposed a model of direct evaluation of aggregated criteria and a model of ranking alternatives in multicriteria analysis of building energy grid with renewable energy sources.

A systematic multicriteria decision analysis technique is described for alternative selection and bid evaluation based on utility theory and which permits different types of criterias to be evaluated. To do it is proposed to use the scheme Bellman-Zadeh and ranking alternatives within different scenarios: socio-economic and energy-efficient. To calculate the total utility function proposed procedure to bring quantitative and qualitative criteria to the "fuzziness". If results show implicit benefits then offered to evaluate alternatives by maximin criterion.

A Ukraine case study is used to illustrate the technique. The theoretical basis and the advantages of the technique are also presented. The research results can be used in the appropriate decision support system.

Keywords: energy system, renewable energy sources, alternatives, the multicriteria decision making problem.

Вступ. Аналіз сучасного стану проблеми щодо вибору структури гібридної енергетичної системи з відновлювальними джерелами енергії (ГЕСВДЕ) представлений в роботі [1]. Незважаючи на численні публікації стосовно підвищення ефективності рішень щодо планування електрифікації комплексу будівель за допомогою відновлювальних джерел енергії, існує ряд проблем, які вимагають подальшого дослідження.

В процесі проектування ГЕСВДЕ вирішуються завдання визначення оптимальної конфігурації ГЕСВДЕ, а саме кількості та потужності елементів

відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) системи, їх вид (сонячні панелі чи вітрові турбіни).

При прийнятті рішення найважливіше – вибрати кращий в термінах оптимальності варіант. Отже, головне – не прогнозувати, які показники забезпечить реалізація тієї чи іншої альтернативи, а визначити перевагу одного варіанту перед іншими. Під час вирішення цього завдання доцільно врахувати декілька критеріїв одразу, що можна зробити, використовуючи методи багатокритеріальної оптимізації.

© О. В. Шулима, В. В. Шендрик, П. Давідсон. 2016