

*Ю.П. Рак, д-р техн. наук, професор, О.Б. Зачко, канд. техн. наук  
(Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)  
Р.Б. Дунець, д-р техн. наук, професор  
(Національний університет «Львівська політехніка»)*

## **ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ОБҐРУНТУВАННЯ ПОРТФЕЛІВ ПРОЄКТІВ З БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ: ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ**

Запропоновано теоретичні основи проектування автоматизованих систем обґрунтування портфелів проєктів з безпеки життєдіяльності, побудованих на основі використання комбінованих методів прийняття рішень (поєднання методів критичного шляху і PERT – Program Evaluation and Review Technique) та SH-моделей спеціалізованих комп'ютерних систем. Показано використання спеціалізованих комп'ютерних систем на основі SH-технологій, комбінованих методів прийняття рішень, що дасть змогу забезпечити автоматизацію відбору елементарних складових проєкту чи портфеля проєктів з врахуванням їх складності та ієрархічності.

**Ключові слова:** інформаційні технології, проектування, портфелі проєктів, безпека життєдіяльності, автоматизація, спеціалізовані комп'ютерні системи

**Постановка проблеми.** Вплив глобальної інформатизації на світову економіку призвів до різкого зростання складності управління економікою і відповідно знизив рівень безпеки життєдіяльності (БЖД) людини. Такий етап розвитку економіки викликав різке зростання номенклатури виробів з паралельним зростанням їх складності і збільшенням, при цьому змінності в часі виробів, що вимагає розв'язку нових задач та розробки нових технологій управління програмами і проєктами забезпечення безпеки життєдіяльності людини.

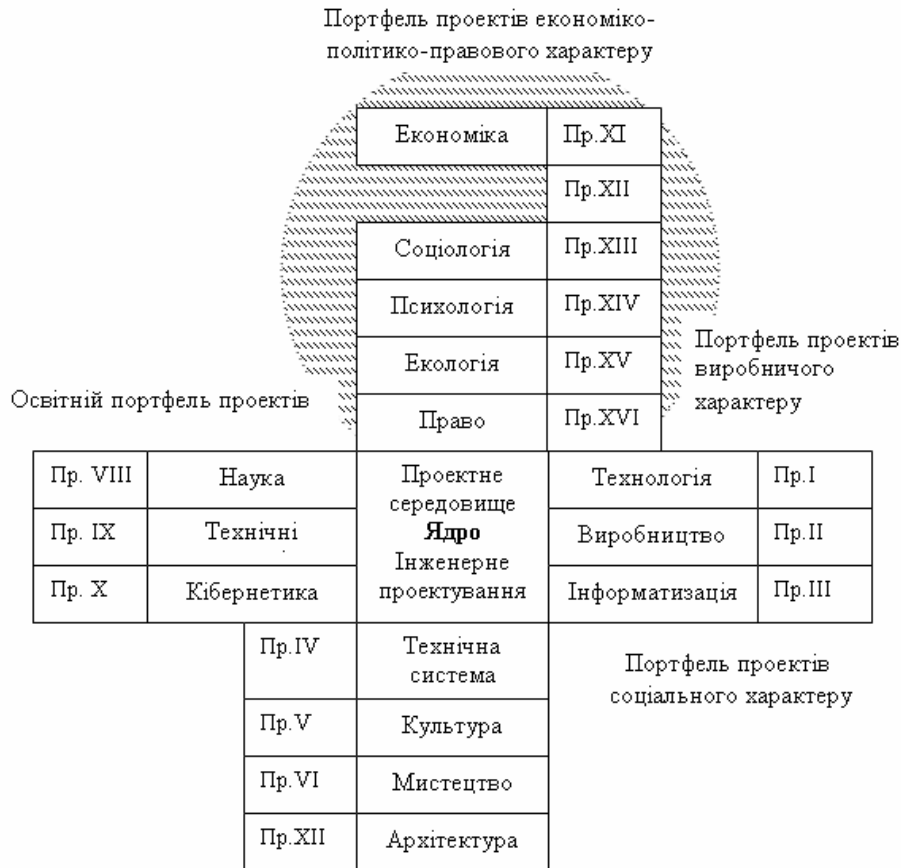
Розв'язання задачі управління складними системами, до яких відносяться системи безпеки життєдіяльності людини, – це обробка значного обсягу інформації. Єдиним виходом з такої ситуації є залучення електронно-обчислювальних машин (ЕОМ) і створення на їх основі автоматизованих систем управління (АСУ) [1-2].

Таким чином АСУ здатні забезпечити розробку високоефективних методів та систем для відбору і автоматичної обробки інформації з метою аналізу, оцінки ризиків, контролю, класифікації, прогнозування стану складних систем БЖД людини на базі розроблених високоефективних проблемно-орієнтованих і спеціалізованих структур з глибоким рівнем розпаралелювання алгоритму стосовно розв'язку задач оптимізації розподілу ресурсів при портфельно-орієнтованому управлінні.

**Мета статті.** Метою статті є розробка теоретичних основ проектування систем автоматизованого обґрунтування портфелів проєктів з БЖД (САОПП).

**Теоретичні основи проектування систем автоматизованого обґрунтування портфелів проєктів з БЖД.** Проектування системи автоматизованого обґрунтування портфелів проєктів з БЖД ми розглядаємо як розробку високоефективної людино-машинної системи, що включає в себе винахідництво, техніко-економічний аналіз та процес прийняття рішень. Зміст такого комплексного оптимізаційного підходу полягає в тому, що в процесі проектування враховується вся множина значень ситуацій та рішень при виборі найкращого проєктного середовища і відповідно портфелів проєктів в ньому.

Отже автоматизовану систему обґрунтування портфелів проєктів з БЖД доцільно розглянути як деяку взаємодію технічного прогресу, науки і виробництва (рис. 1).



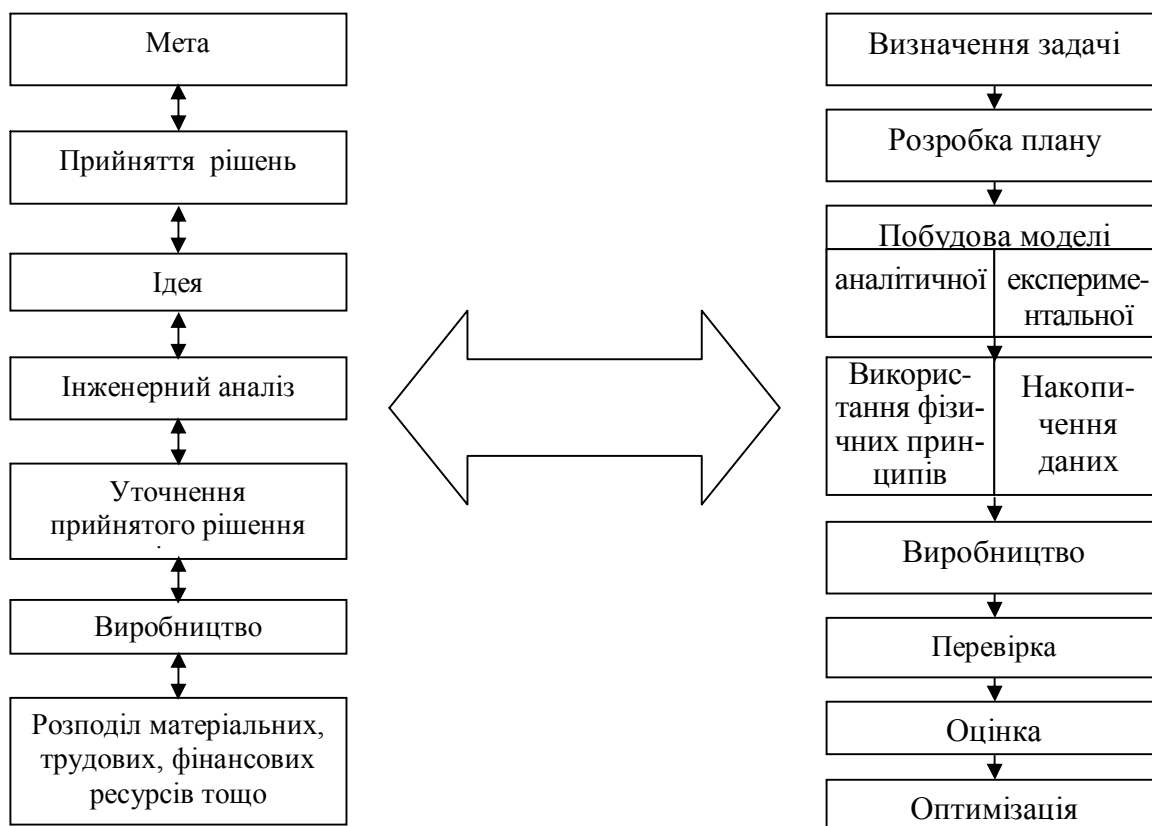
**Рис. 1.** Зв'язок інженерного проектування портфельів проектів систем БЖД з різними видами проектів та портфелями проектів: Пр. I, ..., Пр. XVI – множина значень проектів

Аналізуючи вище сказане, згідно з рис. 1, слід констатувати, що процедури обґрунтування портфеля проектів можна формально інтерпретувати як поняття семантичних мереж та обчислювальних моделей і представити у вигляді схеми. На рис. 2 показано етапи формалізації предметної області з уточненням задач отримання готового (кінцевого) продукту у вигляді оптимізованого проекту чи портфеля проектів з БЖД.



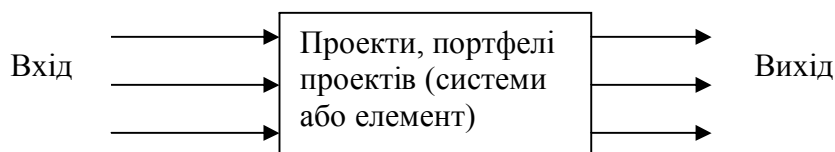
**Рис. 2.** Схема організації предметної області портфельно-орієнтованого середовища з БЖД

Враховуючи те, що межа проектування автоматизованої системи обґрунтування портфелів проектів з БЖД полягає, при відповідних обмеженнях, в розробці та формуванні проектів або портфелів проектів як деяких елементів систем, здатних оптимально виконувати поставлені задачі, її можна представити у вигляді етапів проектування (рис. 3).



**Рис. 3.** Блок-схема процесу інженерного проектування автоматизованої системи обґрунтування портфелів проектів з БЖД

В загальному виді процес забезпечення автоматизації обґрунтування проектів або портфелів проектів з БЖД можна представити у вигляді схеми на рис. 4.



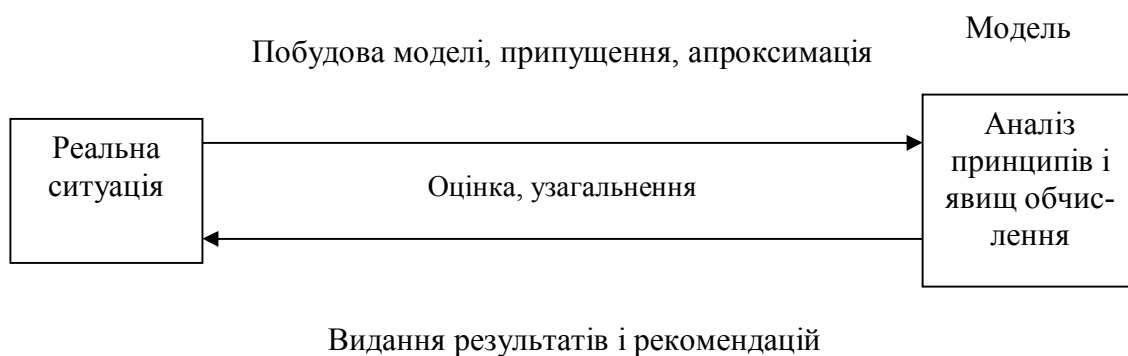
**Рис. 4.** Узагальнена схема автоматизації обґрунтування проектів або портфелів проектів з БЖД

Автоматизовані системи обґрунтування портфелів проектів з БЖД є складною системою, тобто системою, що має ієрархічну структуру.

Аналіз і синтез таких систем проводиться на трьох рівнях системного підходу: функціонування системи як «чорного ящика» по відношенню до оточуючого середовища тобто до інших систем, що пов'язані з цією системою; функціонування складових елементів систем; структура зв'язків між елементами системи. На першому рівні досліджується множина функцій, що реалізуються кожним елементом системи (проект), оптимізується кількість таких функцій, розглядається внутрішня будова (структура) цих елементів (проектів). На другому

рівні вивчається взаємодія цієї системи з іншими, уточнюється весь перелік вхідних та вихідних інформаційних потоків і, якщо вдається, то встановлюється функціональна залежність між проектами, що є складовою того чи іншого портфеля проектів. На третьому рівні досліджується структура зв'язків між елементами системи (проектами), тобто топологія системи (портфель проектів), і як результат здійснюється проектування автоматизованої системи обґрунтування портфелів проектів з БЖД на рівні топології їх структур [3]. Такий підхід дозволяє здійснювати аналіз і синтез складних систем (портфеля проектів), які можуть мати довільну модифікацію портфеля з різною кількістю проектів.

Основою проектування системи автоматизованого обґрунтування портфелів проектів з БЖД на рівні інженерного (системного) аналізу є побудова моделей (див. рис. 5.). Як правило, на першому етапі на рівні технічного завдання проектування системи автоматизованого обґрунтування портфелів проектів з БЖД використовують вербально-дедуктивні або словесно-логічні модулі. Проте ці моделі практично не є наочними і зовсім не придатні для проведення якихось формальних перетворень топології в автоматичному (машинному) режимі [4-5].



**Рис. 5.** Схеми процесу інженерного системного аналізу

Для візуалізації інформації при підборі проектів в портфель з їх обґрунтуванням використовують графи та мережі Петрі. Графічний спосіб використовують при невеликій кількості проектів, що формують портфель. Проте графічний спосіб та мережі Петрі зручно використовувати при описі та моделюванні проектів чи портфелів проектів, які функціонують незалежно та взаємодіють час від часу.

Застосування матриць суміжностей полягає в зручності представлення, опрацювання та зберігання в комп'ютерах топології портфельного наповнення (середовища) з довільною кількістю проектів.

Матриця суміжності  $A$ , що задає топологію (систему) проекту чи портфеля проектів, має такий вид [3]:

$$A = \begin{matrix} 1 & a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 2 & a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ n & a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{matrix} \quad (1)$$

де  $\forall_{ay} \in \{0,1\}, i = \overline{1,n}, j = \overline{1,n}$ , якщо  $a_{ij} = 1$ , то це означає, що елементи (проект)  $i$  та  $j$  топології з'єднані між собою, а якщо  $a_{ij} = 0$ , то жодного зв'язку між елементами (проектами) немає.

Аналізуючи вище описане можна констатувати, що для задання топології систем автоматичного обґрунтування портфеля проектів з БЖД доцільно використовувати одночасно два види моделювання: графічне – для побудови інтерфейсу користувача з метою управління інформаційними потоками в процесі створення, введення, коригування топології системи ав-

томатизованого обґрунтування портфелів проектів та виведення синтезованої топології; і матричне моделювання – для проведення аналізу, перетворення, зберігання різних топологій в комп'ютері.

Наступним етапом проектування системи автоматизованого обґрунтування портфелів проектів з БЖД є використання сучасних методів прийняття рішень. На сьогодні перспективним при формуванні портфелів проектів є використання комбінованого методу прийняття рішень побудованого на базі методів критичного шляху та Program Evaluation and Review Technique (PERT).

Першим етапом обґрунтування портфеля проектів є реалізація методу критичного шляху та методу PERT, що включає в себе складання переліку подій, які відбудуться при виконанні проектів чи портфеля проектів в цілому.

Метод критичного шляху дозволяє оперативно реагувати керівникам проекту чи портфеля проектів на критичний шлях, «вузькі місця» у ньому і забезпечити оперативне регулювання людськими, матеріальними, фінансовими ресурсами для забезпечення їх розподілу завдяки переведенню робочої сили з дільниць, які випереджують графік, критичний шлях тощо.

Метод критичного шляху дозволяє в автоматизованому режимі здійснити пошук критичного шляху з виявленням у ньому «вузьких» місць.

Метод PERT є своєрідним продовженням методу критичного шляху. До тих пір, поки відсутня потреба в отриманні оцінки довготривалості виконання проекту, метод критичного шляху і метод PERT є однакові. При оцінці довготривалості виконання проекту методом критичного шляху існують такі варіанти:

- оптимістична оцінка. В даному випадку метод PERT дає три оцінки: оптимістичну ( $t_1$ ), найкращу ( $t_2$ ), песимістичну ( $t_3$ ), де оптимістична оцінка – це мінімально можливий період часу виконання проекту, портфеля проектів або його складової;
- найкраща оцінка. Це найбільш імовірна оцінка, яка характеризується часом виконання проектів чи портфеля проектів, визначена методом критичного шляху;
- песимістична оцінка – це максимально можливий період часу виконання цього проекту, портфеля проектів або його складової.

На цьому етапі можна формалізувати процес у вигляді розподілу імовірності, розмах якої має шість середніх квадратичних відхилень ( $G\alpha$ ) тобто приймаючи, що  $t_3 - t_1 = G\alpha$  тоді середнє квадратичне відхилення і дисперсія будуть рівні:

$$G = \frac{1}{6}(t_3 - t_1), L^2 = \left(\frac{t_3 - t_1}{6}\right)^2 \quad (2)$$

Для визначення середнього часу ( $t_c$ ) тривалості виконання проекту, портфеля проектів або його складової отримуємо таку математичну залежність:

$$t_c = \frac{1}{6}(t_1 + 4t_2 + t_3) \quad (3)$$

Наступним етапом аналізу проекту і відповідно портфеля проектів за допомогою методу PERT є обчислення ( $t_c$ ) для кожної складової самого проекту, його критичного шляху з використанням обчислених значень ( $t_c$ ).

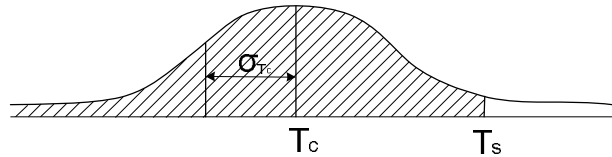
Метод PERT є корисним при складанні регіональних програм проектів та портфелів проектів з БЖД в директивний час, а також при оцінці імовірності їх виконання в строго визначені терміни.

При оцінці імовірності виконання програм проектів, портфелів проектів з БЖД в наперед зазначений час  $T_s$  використовується інформація про дисперсію. Якщо прийемо нормальний розподіл часу виконання програми, проекту, то він характеризується математичним сподіванням  $T_c$  і середньоквадратичним відхиленням, які можна оцінити виразом (4).

$$G_{t_c} = \left[ \sum_i (G_i^2) \right]^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

де  $G_i^2$  – дисперсія тривалості виконання  $i$ -ої операції на критичному шляху проекту.

Сам розподіл часу  $T_c$  можна представити у вигляді кривої (рис. 6.)



*Рис. 6. Крива нормального розподілу*

Площа ліворуч від точки  $T_c$  (заштрихована площа) відповідає ймовірності того, що виконання проекту чи портфеля проектів буде реалізоване до моменту часу  $T_s$ . Значення цієї ймовірності можна вираховувати кривою нормального розподілу.

Враховуючи велику складність обґрунтування і виконання портфелів проектів з БЖД, методи критичного шляху та PERT дають змогу забезпечити автоматизацію обґрунтування портфеля проектів на основі використання ЕОМ та стандартних програм [6].

Високий рівень ефективності роботи ЕОМ в реалізації задач автоматизації проектного середовища забезпечується використанням моделей (SH-моделей) спеціалізованих комп'ютерних систем з залученням аксіоматичної бази абстрактних комп'ютерних алгоритмів, здатних забезпечити процедуру автоматичного відбору оціночних даних: елементарна складова, ієрархічність, складність проекту чи портфеля проектів тощо.

**Висновки.** Запропоновано теоретичні основи проектування автоматизованих систем обґрунтування портфелів проектів з БЖД, які базуються на використанні:

1. Сучасних методів моделювання, для яких залучені два способи: графічний і математичний, які здатні забезпечити проектування зручного гнучкого інтерфейсу користувача з метою спрощення процедури відбору проектів та візуалізації синтезованої топології портфеля проектів з БЖД.

2. Комбінованого методу з теорії прийняття рішень, заснованого на методах критичного шляху і PERT.

3. Спеціалізованих комп'ютерних систем (SH-моделей) та аксіоматичних абстрактних алгоритмів для розв'язку низки теоретичних і прикладних задач з відбору елементарних складових проекту чи портфеля проектів, враховуючи їх складність та ієрархічність. Такий підхід забезпечує проведення всіх обчислень з використанням ЕОМ як універсального обчислювача, що інтегрує систему автоматизованого обґрунтування портфелів проектів з БЖД з існуючим в народному господарстві автоматизованими інформаційно-аналітичними системами (зокрема, Урядовою інформаційно-аналітичною системою з питань надзвичайних ситуацій та іншими громадськими, формальними та неформальними системами при ООН, НАТО тощо).

### Список літератури:

1. **Вавилов А.А.** Машинные методы расчета систем управления / А.А. Вавилов, Д.Х. Имаев. – Л. Издательство Ленинград. 1981.–232 с.

2. **Базилевич Р.П.** Декомпозиционные и топологические методы автоматизированного проектирования электронных устройств. – Львов: Выща школа, 1984. – 168 с.

3. **Рак Ю.П.** Проектування технологічних ліній оперативної поліграфії: системний підхід / Ю.П. Рак, Р.Б. Дунець. – Дрогобич. НВЦ «Каменярь» ДДПУ 2002.–112 с.

4. Бушуев С.Д. Механизм формирования ценности в деятельности проектно-управляемых организаций / С.Д. Бушуев, Н.С. Бушуева // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2010. – № 43. – С.4-9.

5. Кононенко И.В. Модель и метод оптимизации портфелей проектов предприятия для планового периода / И.В. Кононенко, К.С. Бухреева // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2010. – № 43. – С. 9-11.

6. Зачко О.Б. Обґрунтування регіональних портфелів проектів удосконалення безпеки життєдіяльності: 05.13.22–управління проектами та програмами // Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня к.т.н./ О.Б.Зачко. – Львів, 2010. – 20 с.

*Ю.П. Рак, д-р техн. наук, профессор, О.Б. Зачко, канд. техн. наук  
(Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности)  
Р.Б. Дунец, д-р техн. наук, доцент  
(Национальный университет "Львовская политехника")*

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОБОСНОВАНИЯ ПОРТФЕЛЕЙ ПРОЕКТОВ ПО БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ**

Разработаны теоретические основы проектирования автоматизированных систем обоснования портфелей проектов по безопасности жизнедеятельности. Разработан комбинированный метод оптимизации, построенный на методах критического пути и PERT. Проанализирована целесообразность выполнения моделирования задач выбора и обоснования портфеля проектов по безопасности жизнедеятельности на основе графических и математических способов.

**Ключевые слова:** информационные технологии, проектирование, портфели проектов, безопасность жизнедеятельности, автоматизация, специализированные компьютерные системы.

*Yu.P. Rak, Doctor of Science (Engineering), Professor,  
O.B. Zachko, Candidate of Science (Engineering)  
(Lviv State University of Vital Activity Safety)  
R.B. Dunets, Doctor of Science (Engineering), Associate Professor  
(Lviv Polytechnic National University)*

## **INFORMATION TECHNOLOGIES OF PROJECTING THE AUTOMATIC SYSTEMS OF GROUNDING PROJECT PORTFOLIOS OF VITAL ACTIVITY SAFETY: THEORETICAL BASIS**

Theoretical basis of projecting the automatic systems of grounding project portfolios of vital activity safety are developed. Combined method of optimization built on methods of critical way and PERT is developed. Appropriateness for modeling tasks of choice and grounding project portfolios of vital activity safety based on graphical and mathematical ways is analyzed.

**Key words:** information technologies, projecting, project portfolios, vital activity safety, automation.

