



Системотехнічна оцінка ОТР

«Богатырь-проектировщик» на «развилке» «современных» «Best Practice»: SE\EA\BPM

if направо пойдешь
then голову сложишь
if прямо пойдешь
then костей не соберешь
if налево пойдешь
then жизнь потеряешь
... но другого пути нет

«Осторожно
Алхимия 21-го века»

BPM

SE
EA
BPM

BUSINESS PROCESS MANAGEMENT

ENTERPRISE ARCHITECTURE

SYSTEMS ENGINEERING

Сопyleft © bipiem

Системотехніка – науково-технічний напрям в кібернетиці, що вивчає питання планування, проектування, конструювання і функціонування (експлуатації) складних інформаційних систем і машин з метою отримання найбільшого соціально-економічного ефекту. Вона інтегрує окремі галузі знань в єдиний комплекс знань.

Концепція системотехніки полягає в представленні реальних (що існують) або уявних (створюємих) складних систем за допомогою спрощених описів, тобто моделей, що відображають визначені, найбільш важливі грані суті складної системи, і дослідженні таких моделей. При цьому формування моделей здійснюється на підставі тих даних, які можна отримати про складну систему експериментальними і, перш за все, інтелектуальними засобами.

Практично всі дослідження в системотехніці націлені на практичні результати створення або використання

Системотехніка оперує великими системами, у яких крім матеріальних, технічних і енергетичних чинників значне місце посідає інформаційний чинник, чия питома вага зростає зі зростанням масштабів системи.

Системний підхід означає облік всіх взаємозв'язків, вивчення окремих структурних елементів, виявлення ролі кожної їх у загальному процесі функціонування системи та навпаки, виявлення впливу системи загалом окремі її елементи.

Теорія систем і системний аналіз виникли порівняно недавно, хоча основи системного підходу є ще у Аристотеля та Гегеля («Ціле є щось більше, ніж сума частин»; «Характер частин визначається цілим»; «Неможливо пізнати частини поза зв'язком із цілим»).

Історично перший варіант теорії системного аналізу було створено у 20-ті роки Богдановим (тектонологія, тобто поєднання всіх людських, біологічних та фізичних наук, які розуміються як системи взаємовідносин).

Системотехніка будівництва – науково-технічна дисципліна, що вивчає технічні, організаційні, управлінські, економічні та інші будівельні системи та міжсистемні зв'язки, що сприяють досягненню кінцевого результату в будівництві.

Усі сучасні проблеми капітального будівництва є суто системотехнічними проблемами. Хоча основні проблеми (як і системи, на стиках яких вони виникають) взаємопов'язані, їх можна умовно поділити на групи: технічні, організаційні, економічні, планові та управлінські.

Системотехніку будівництва можна визначити як науку про управління зв'язками (відносинами). Основною сферою її застосування – дослідження проблем, що виникають на стиках будівельних систем та підсистем (проектування та управління, управління та планування, проектування та планування тощо), та побудови ефективних взаємозв'язків між цими системами та їх елементами.

Проблеми управління

вдосконалення системи управління будівельними проектами; вдосконалення методів планування в ринкових умовах, підвищення збалансованості планів і ресурсів; досягнення стабільності фінансування будівництва; вдосконалення системи логістики, комплектування будівництва технологічним устаткуванням; розробка методів формалізації і своєчасного коригування управлінських завдань; створення інформаційних систем для ухвалення рішень; оптимізація рівнів і структури управління.

Економічні проблеми

вдосконалення ринкових механізмів ведення будівництва, методів економічної оцінки інвестиційних проектів; розробка ефективних методів нормування будівельних ресурсів, зниження вартості конструкцій і устаткування; вдосконалення методів аналізу виробничої і комерційної діяльності будівельних організацій; обґрунтування раціонального рівня оплати праці робітників-будівельників; розробка ефективної системи інновацій.

Інженерно-технічні проблеми

вдосконалення проектних рішень, підвищення технологічності, збільшення довговічності, експлуатаційних показників; розробка ефективних методів підготовки виробництва; створення нових будівельних машин, механізмів, інструменту; підвищення ефективності і якості будівельних матеріалів, деталей і конструкцій; створення ефективних технологічних процесів будівництва, підвищення якості будівельно-монтажних робіт, механізація і автоматизація будівельного виробництва.

Організаційні проблемами

підвищення договірної дисципліни, оптимізація завантаження будівельних організацій, спеціалізація організацій і підприємств; скорочення простоїв робочих і непродуктивних витрат ручної праці, скорочення простоїв машин і механізмів і підвищення ефективності їх використання; підвищення кваліфікації робітників і скорочення плинності кадрів.

Концептуально-методологічні принципи

Функціонально-системний

Система сприймається як ієрархія цілей. Як основний системо утворюючий фактор виступає результат. При оцінці надійності функціонування системи в даному випадку уникають механічного резервування та дублювання елементів, а розглядають можливості структурної перебудови та функціональної заміни одних елементів (ненадійних, що відмовили) іншими елементами, що виконували раніше інші функції.

Імовірнісно – статистичний

Концепції сучасного наукового світогляду є імовірнісне і статистичне уявлення об'єктів, що вивчаються, включення фактора масовості при системному розгляді об'єктів. На цій основі розробляються моделі теорії ймовірностей та математичної статистики.

Імітаційно-моделюючий

Принцип визначається ускладненням систем та неможливістю натурного експерименту. З іншого боку, розвиток обчислювальної теорії та техніки дозволяє проводити моделювання великих систем. У будівництві з його складними організаційно-технологічними та управлінськими структурами моделювання математичне стає єдиним можливим методом дослідження

Інтерактивно-графічний

Дозволяє вирішувати багато трудноформалізованих завдань. Формальні компоненти передаються на ПК, а неформальні залишаються прерогативою людини легко коригують і доповнюють формальні компоненти через діалоговий режим взаємодії людини з ПК, здійснюваний у процесі рішення завдання.

Інженерно-економічний

Полягає у створенні моделей, що дозволяють використовувати зворотний зв'язок на стадії проектування та планування, розробку надійних формалізованих та нормованих оціночних процедур як засобу економічного дослідження якості та прогресивності рішень у будівництві.

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНА НАДІЙНІСТЬ БУДІВНИЦТВА (ОТН)

Надійність системи – властивість системи досягати заданого результату у процесі функціонування протягом заданого часу; властивість системи, що дозволяє їй стійко виконувати свої функції у разі прояву збоїв, відмов та помилок в окремих її частинах.

У теорії надійності розглядаються кількісні характеристики (критерії) оцінки надійності, встановлюється зв'язок між економічною ефективністю та даними характеристиками, розробляються методи контролю та проведення випробувань на надійність, а також методи обробки та оцінки результатів цих випробувань.

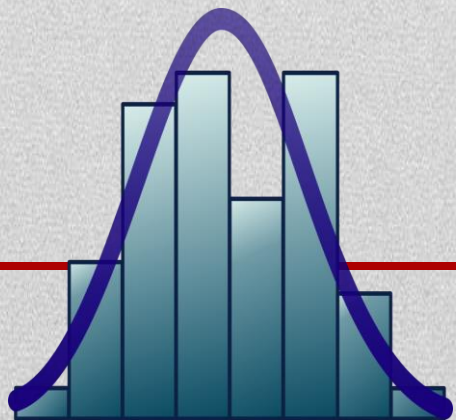
На практиці широко використовуються математичні методи теорії ймовірностей, математичної статистики, теорії масового обслуговування, теорії інформації, лінійне та динамічне програмування, методи статистичного моделювання використовуючи програмні продукти.

Організаційно - технологічна надійність (ОТН) – здатність технологічних, організаційних, управлінських економічних рішень забезпечувати досягнення заданого результату будівельного виробництва, у умовах випадкових збурень, властивих будівництву як складної імовірнісної системі.

В основу розробки принципу ОТН насамперед має бути закладено імовірнісно-статистичний підхід.

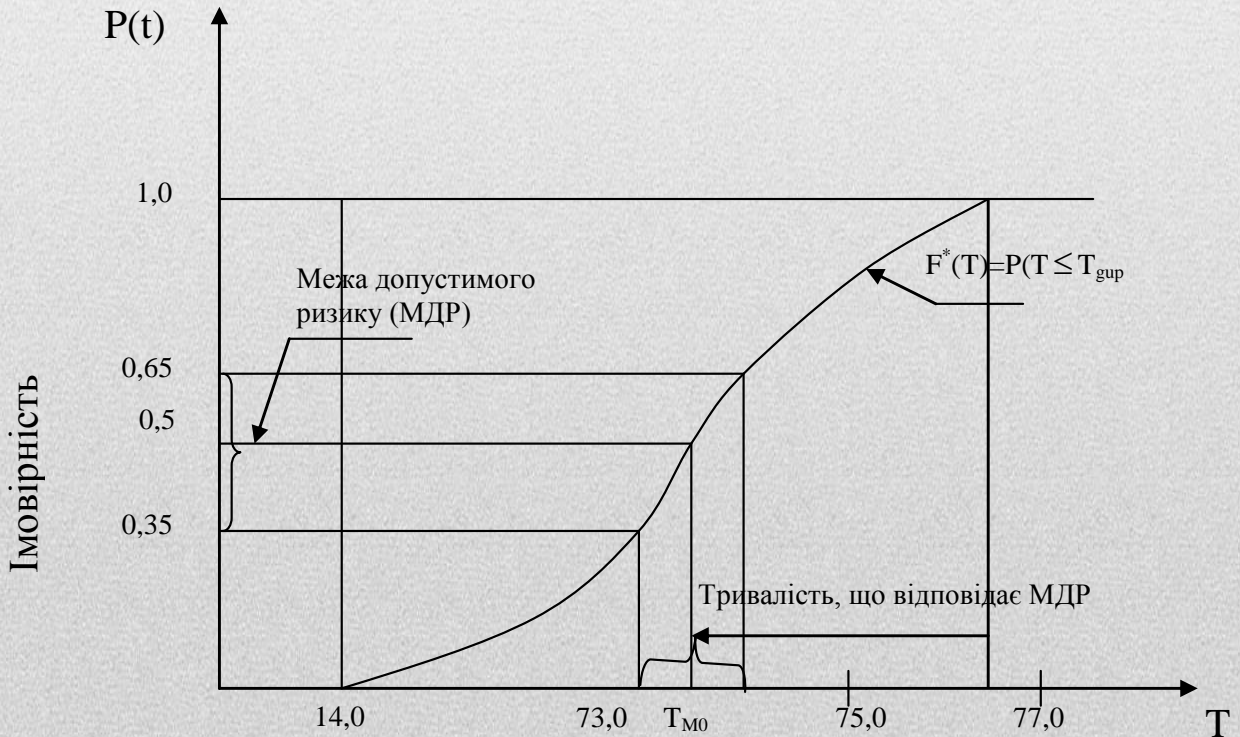
Підвищення ОТН може досягатися різними шляхами:

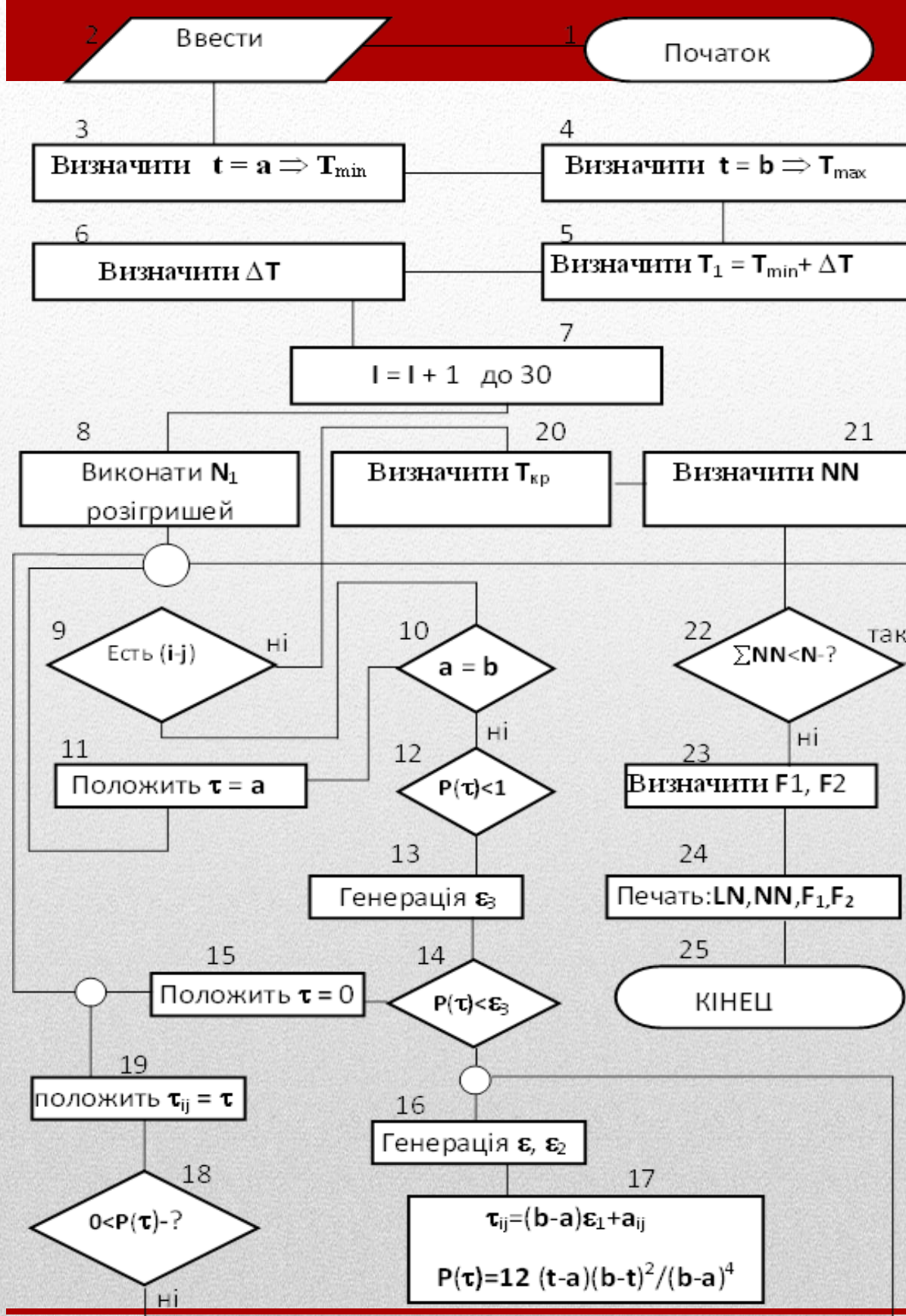
- ✓ зниженням величини чинників, що впливають порушення надійності функціонування будівельної організації;
- ✓ проектуванням систем, що досить надійно функціонують в умовах дії зазначених факторів.



МЕТОД «МОНТЕ-КАРЛО»

Імітаційне моделювання по методу Монте-Карло (Monte - Carlo Simulation) дозволяє побудувати математичну модель для будівельного проекту з невизначеними значеннями параметрів, і, знаючи імовірнісні розподіли параметрів проекту, а також зв'язок між змінами параметрів (кореляцію) отримати ефективне рішення проекту.





2

Ввести

1

Початок

3

Визначити $t = a \Rightarrow T_{\min}$

4

Визначити $t = b \Rightarrow T_{\max}$

6

Визначити ΔT

5

Визначити $T_1 = T_{\min} + \Delta T$

7

 $I = I + 1$ до 30

8

Виконати N_1
розігришей

20

Визначити $T_{кр}$

21

Визначити NN

9

Єсть (i-j)

ні

10

 $a = b$

ні

12

 $P(\tau) < 1$

13

Генерація ϵ_3

22

 $\sum NN < N - ?$

так

ні

23

Визначити F1, F2

24

Печать: LN, NN, F1, F2

25

КІНЕЦ

11

Положить $\tau = a$

15

Положить $\tau = 0$

14

 $P(\tau) < \epsilon_3$

19

Положить $\tau_{ij} = \tau$

18

 $0 < P(\tau) - ?$

ні

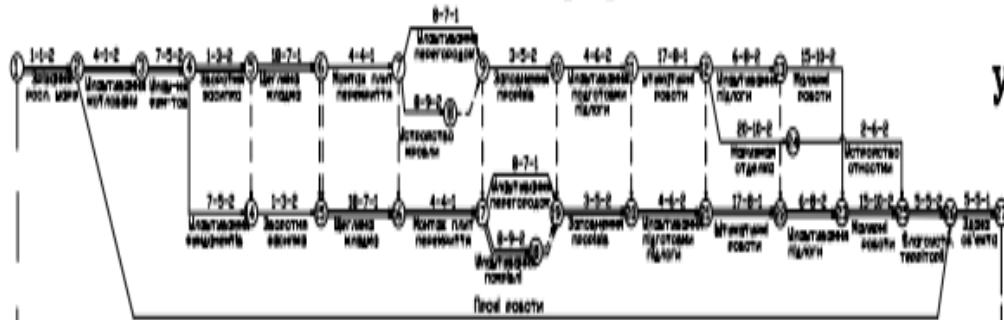
16

Генерація ϵ, ϵ_2

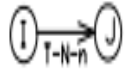
17

 $\tau_{ij} = (b-a)\epsilon_1 + a_{ij}$ $P(\tau) = 12(t-a)(b-t)^2 / (b-a)^4$

Сітвовий графік



Умовні позначення:

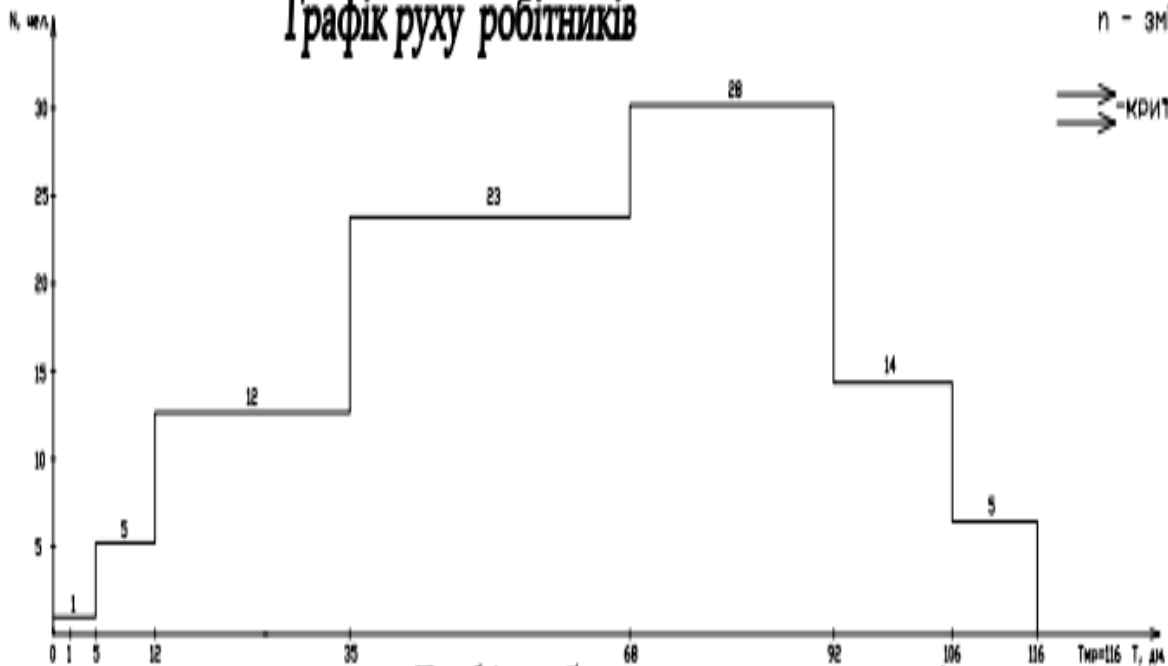


- I - початкова подія
- J - кінцева подія
- T - тривалість, дні
- N - кількість робочих, чел
- n - змінність

Лінійка календарних робіт

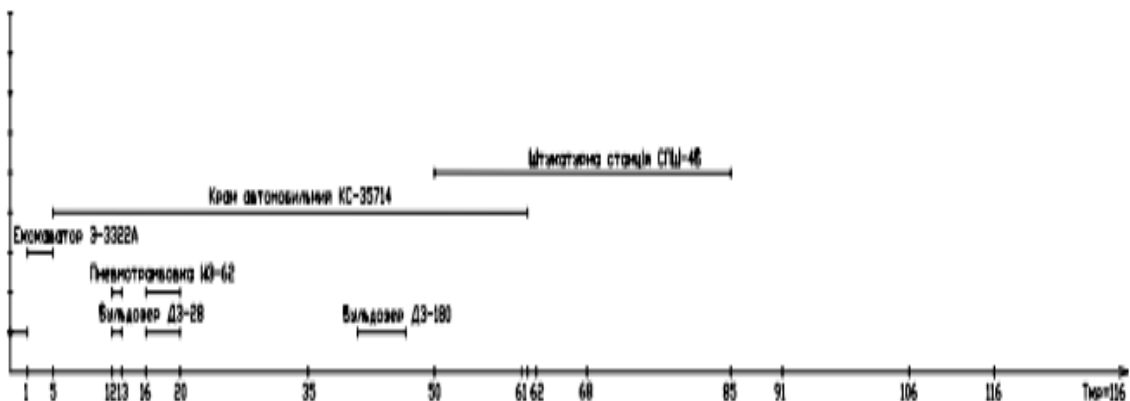
Місяць	Березень							Квітень							Травень							Червень							Липень							Серпень																																										
Календарні дні	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31																
Прийняв омет	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	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																	
Зворотній омет	156	154	152	150	148	146	144	142	140	138	136	134	132	130	128	126	124	122	120	118	116	114	112	110	108	106	104	102	100	98	96	94	92	90	88	86	84	82	80	78	76	74	72	70	68	66	64	62	60	58	56	54	52	50	48	46	44	42	40	38	36	34	32	30	28	26	24	22	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2

Графік руху робітників



⇒ ⇒ - КРИТИЧНИЙ ШЛЯХ

Графік роботи машин та механізмів



Вихідні данні для статистичного моделювання

Код Початку робіт	Код закінчення робіт	min тривалість робіт	max тривалість робіт	Вірогідність появи робіт
1	2	1	2	1.0000000000E+00
2	3	2	4	1.0000000000E+00
3	4	5	7	1.0000000000E+00
4	5	1	2	1.0000000000E+00
4	14	5	7	1.0000000000E+00
5	6	15	18	1.0000000000E+00
6	7	2	4	1.0000000000E+00
7	8	6	8	1.0000000000E+00
7	9	6	8	1.0000000000E+00
8	9	1	2	1.0000000000E+00
9	10	2	4	1.0000000000E+00
10	11	2	4	1.0000000000E+00
11	12	11	13	1.0000000000E+00
12	13	5	6	1.0000000000E+00
12	24	18	20	1.0000000000E+00
13	23	14	15	1.0000000000E+00
14	15	1	2	1.0000000000E+00
15	16	17	18	1.0000000000E+00
16	17	3	5	1.0000000000E+00
17	18	6	8	1.0000000000E+00
17	19	7	8	1.0000000000E+00
18	19	1	2	1.0000000000E+00
19	20	2	4	1.0000000000E+00
20	21	2	4	1.0000000000E+00
21	22	15	17	1.0000000000E+00
22	23	5	6	1.0000000000E+00
23	25	14	15	1.0000000000E+00
24	25	1	2	1.0000000000E+00
25	26	3	5	1.0000000000E+00
26	27	3	5	1.0000000000E+00

Результати статистичних випробувань моделі

Теоретичне $L_{min} = 1.0600000000E + 02$

$L_{max} = 1.3000000000E + 02$

Статистичне $\min L = 1.1003514666E + 02$

$\max L = 1.2255786905E + 02$

Число розыгрышей $N_1 = 400$

Номер інтервалу	Ліва границя	Права границя	Кількість реалізацій	Частота f1	Частота f2
1	1.06E+02	1.11E+02	0	0.0E+00	0.0E+00
2	1.07E+02	1.12E+02	0	0.0E+00	0.0E+00
3	1.08E+02	1.13E+02	0	0.0E+00	0.0E+00
4	1.09E+02	1.14E+02	0	0.0E+00	0.0E+00
5	1.10E+02	1.15E+02	0	0.0E+00	0.0E+00
6	1.12E+02	1.16E+02	13	3.3E-02	2.4E-02
7	1.14E+02	1.17E+02	43	1.1E-01	8.0E-02
8	1.15E+02	1.18E+02	131	3.3E-01	2.4E-01
9	1.17E+02	1.19E+02	144	3.6E-01	2.7E-01
10	1.18E+02	1.20E+02	55	1.4E-01	1.0E-01
11	1.20E+02	1.21E+02	13	3.3E-02	2.4E-02
12	1.21E+02	1.22E+02	1	2.5E-03	1.9E-03
13	1.22E+02	1.23E+02	0	0.0E+00	0.0E+00
14	1.23E+02	1.24E+02	0	0.0E+00	0.0E+00
15	1.24E+02	1.25E+02	0	0.0E+00	0.0E+00
16	1.25E+02	1.26E+02	0	0.0E+00	0.0E+00
17	1.26E+02	1.27E+02	0	0.0E+00	0.0E+00
18	1.27E+02	1.28E+02	0	0.0E+00	0.0E+00
19	1.28E+02	1.29E+02	0	0.0E+00	0.0E+00
20	1.29E+02	1.30E+02	0	0.0E+00	0.0E+00

1. Средне взвешенная величина $\bar{T} = \frac{\sum T_i \cdot n_i}{N_1}$

$$\bar{T} = \frac{114,5 \cdot 13 + 116,1 \cdot 43 + 118,7 \cdot 131 + 119,3 \cdot 144 + 120,9 \cdot 55 + 122,5 \cdot 13 + 124,1 \cdot 1}{400} = 118,625$$

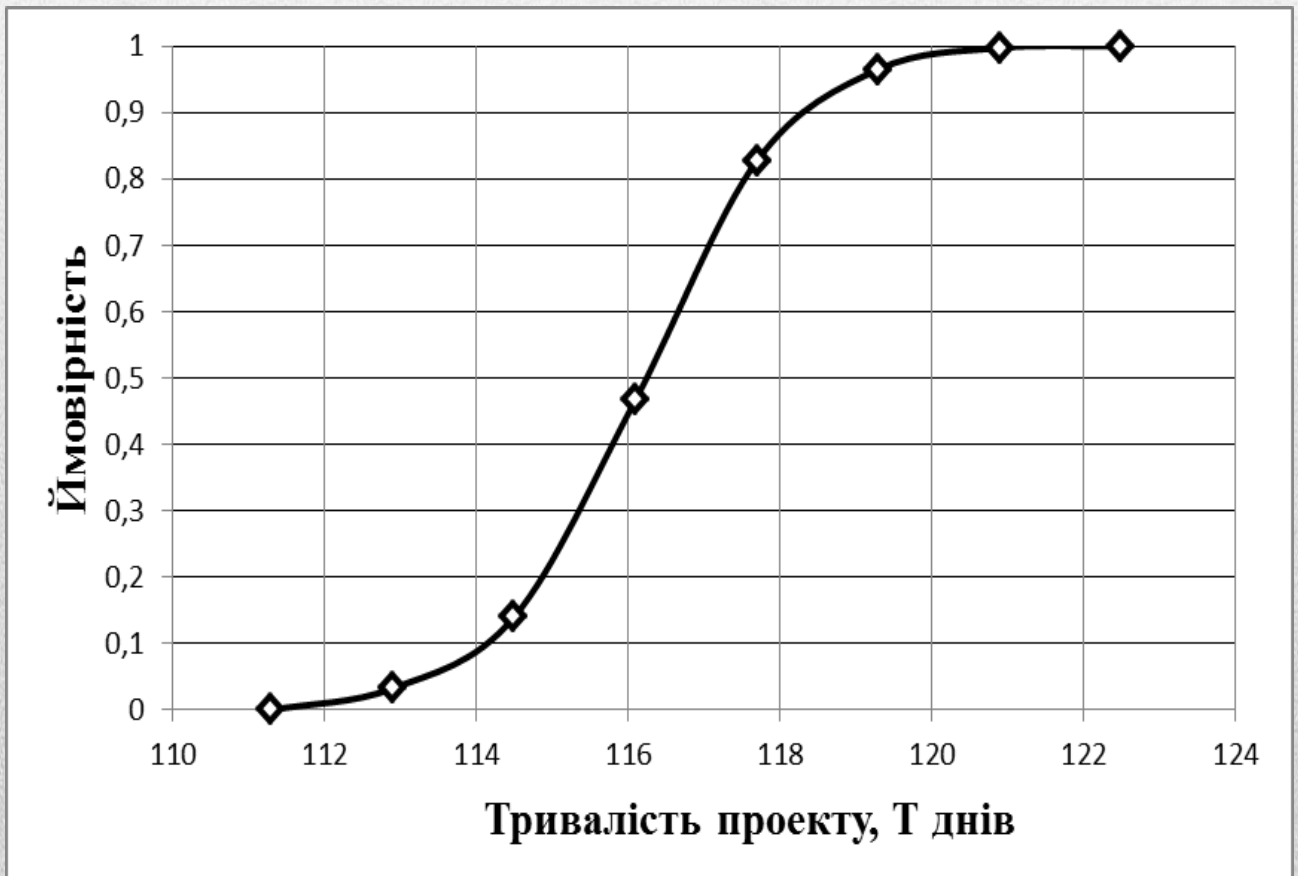
1. Дисперсия $D(T) = \frac{\sum (T_i - \bar{T})^2 \cdot n_i}{N_1}$

$$D(T) = \frac{(114,5 - 118,625)^2 \cdot 13 + (114,6 - 118,625)^2 \cdot 43 + (118,7 - 118,625)^2 \cdot 131 + (119,3 - 118,625)^2 \cdot 144 + (112,9 - 118,625)^2 \cdot 55 + (122,5 - 118,625)^2 \cdot 13 + (124,1 - 118,625)^2 \cdot 1}{400} = 2,957225$$

3. Среднеквадратичное отклонение $\sigma = \sqrt{D(T)} = \sqrt{2,957255} = 1,719$

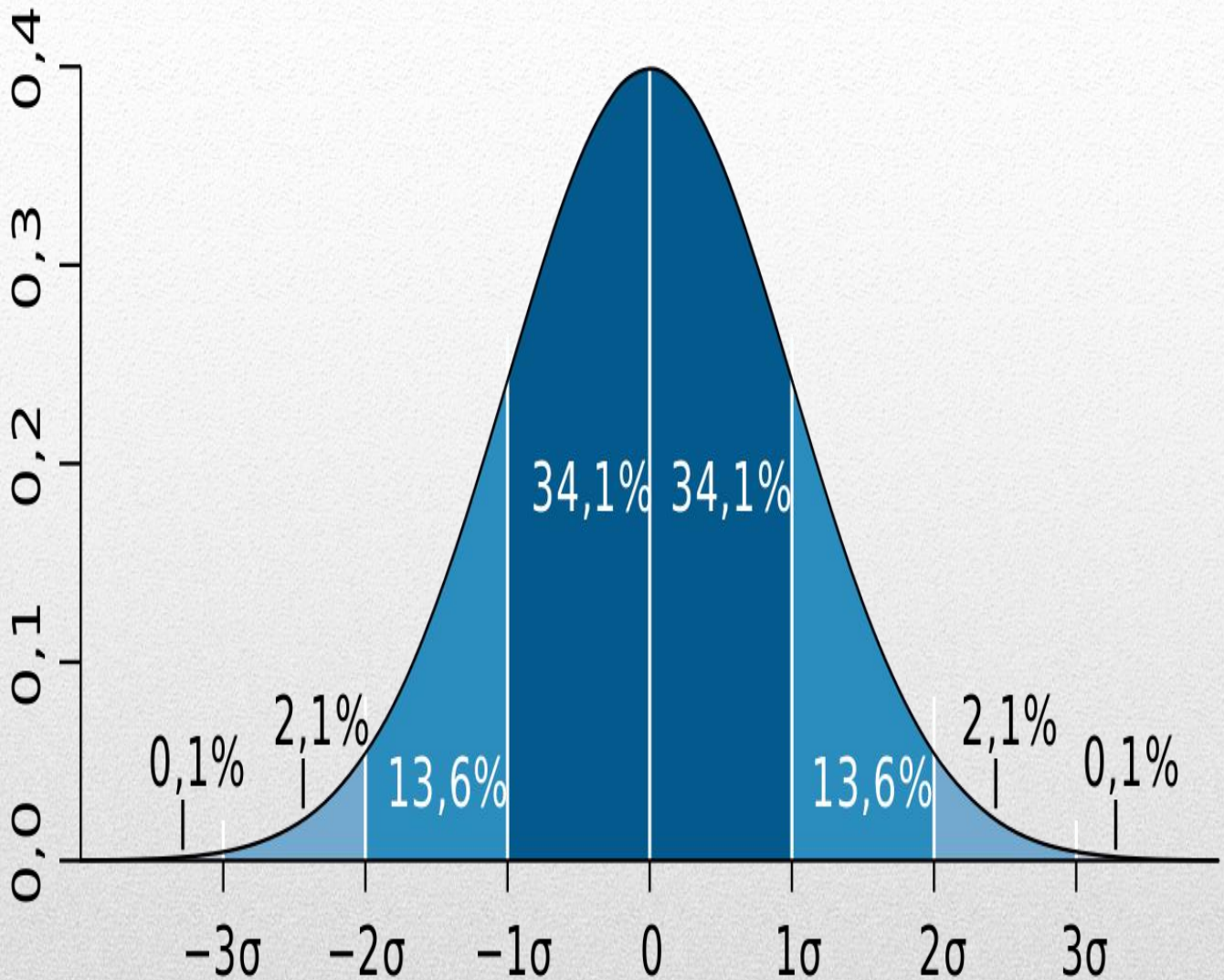
4. Математическое отклонение $T_{MO} = \sum P_i \cdot T_i$

$$T_{MO} = 0,0325 \cdot 114,5 + 0,1075 \cdot 116,1 + 0,3275 \cdot 118,7 + 0,36 \cdot 119,3 + 0,1375 \cdot 120,9 + 0,0325 \cdot 122,5 + 0,0025 \cdot 124,1 = 118,625$$

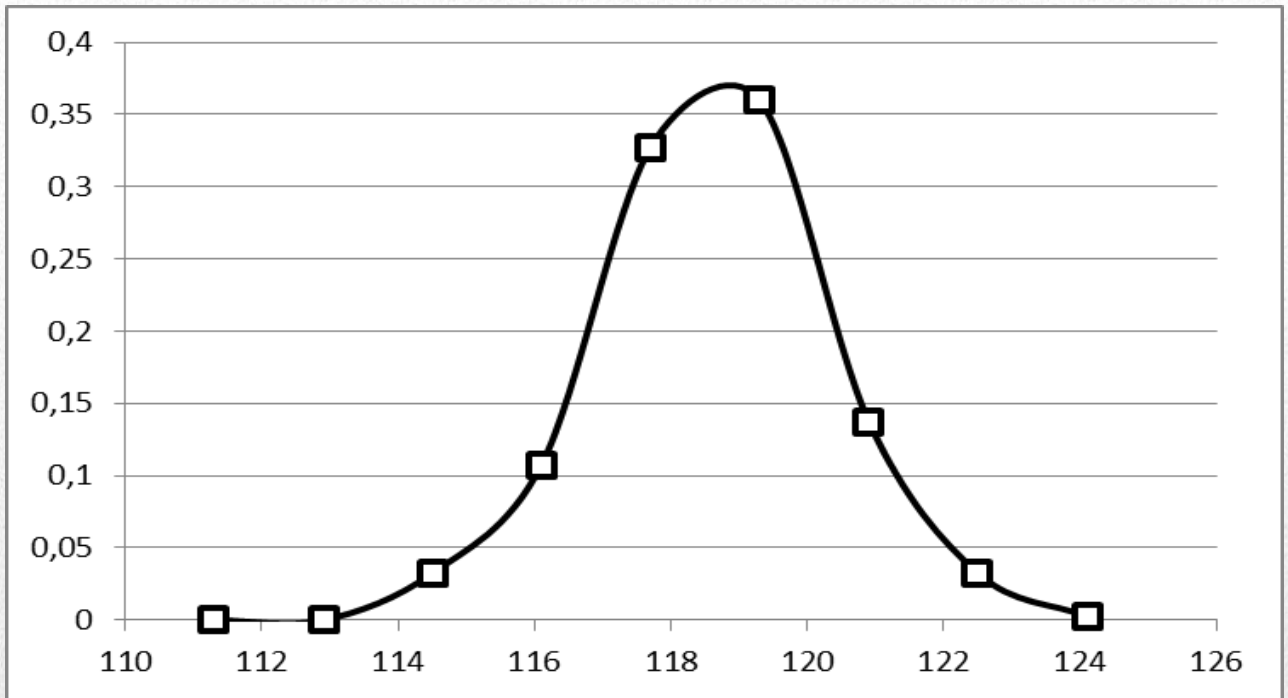


Визначення організаційно-технологічної надійності прийнятих рішень.

ПРАВИЛО ТРЬОХ СИГМ



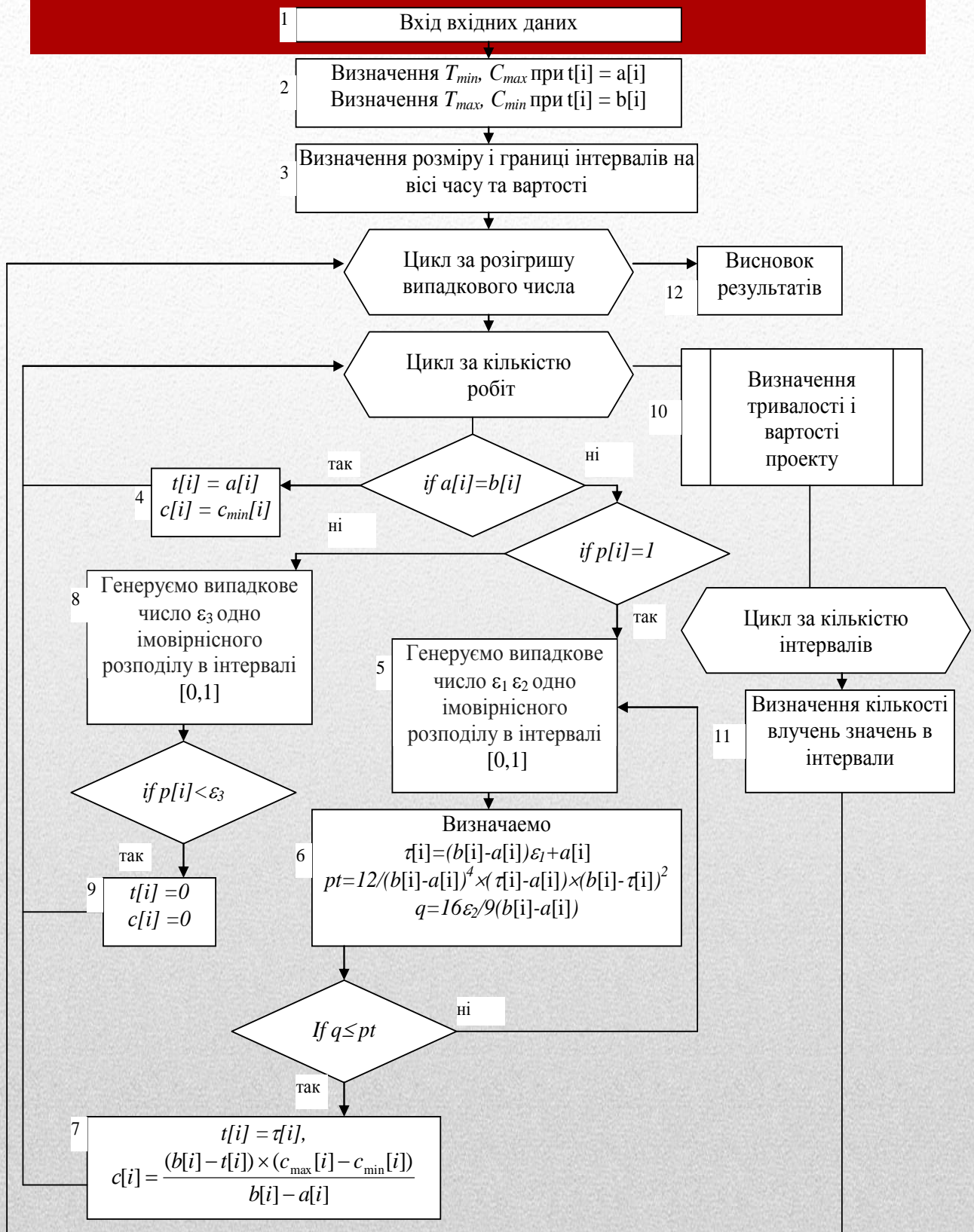
Правило, яке стверджує, що ймовірність того, що випадкова величина відхилиться від свого математичного очікування більш ніж на три середньоквадратичні відхилення, практично дорівнює нулю. Правило справедливе лише для випадкових величин, розподілених за нормальним законом.



Графік щільності нормального розподілу T

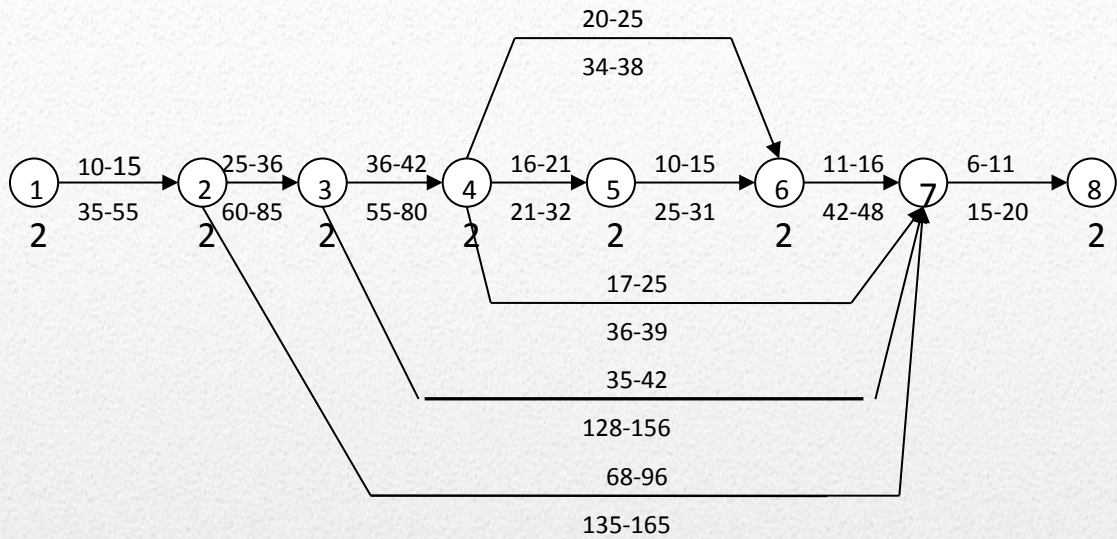


Гістограма розподілу тривалості проекту



**АЛГОРИТМ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ З
УРАХУВАННЯМ ЗАЛЕЖНОСТІ «ЧАС-ВАРТІСТЬ»**

ВИХІДНІ ДАННІ



Кількість розіграшів: 200
 Кількість інтервалів на осі: 20
 Кількість робіт: 11

Код почат роботи	Код кінця роботи	мін трив роботи	мак трив роботи	Cij min	Cij max	P
1	2	10	15	35	55	1
2	3	25	36	60	85	1
2	7	68	96	135	165	1
3	4	36	42	55	80	1
3	7	35	42	128	156	1
4	5	16	21	21	32	1
4	6	20	25	34	38	1
4	7	17	25	36	39	1
5	6	10	15	25	31	1
6	7	11	16	42	48	1
7	8	6	11	15	20	1

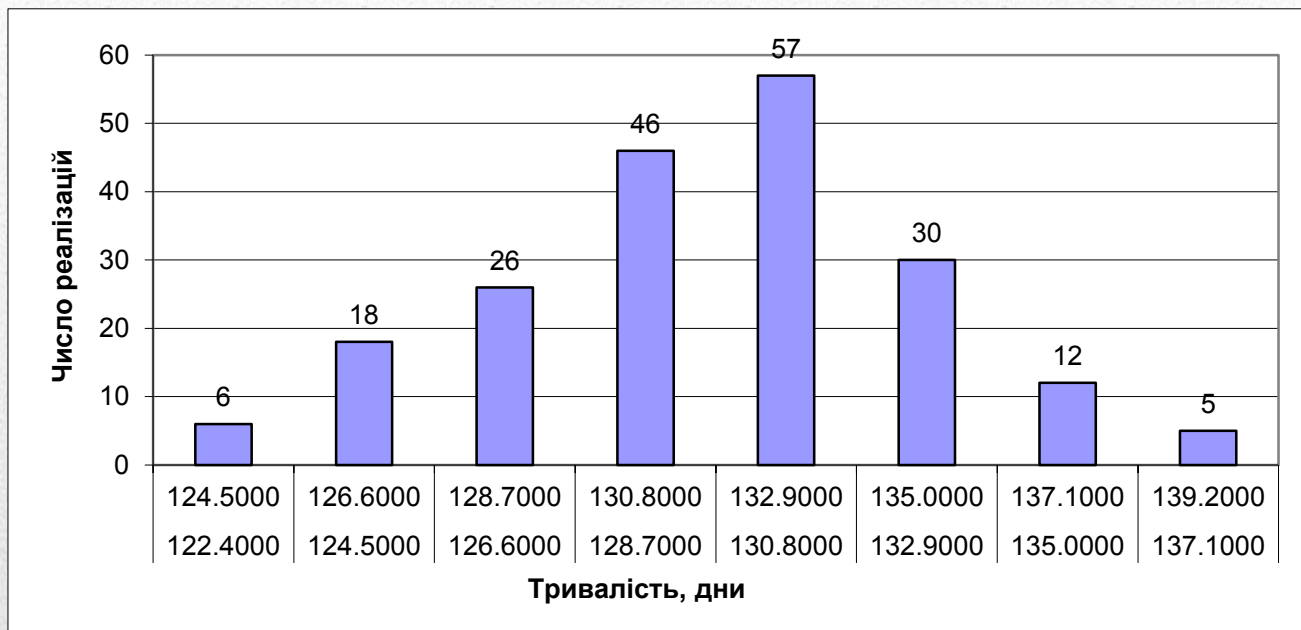
РЕЗУЛЬТАТ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТРИВАЛОСТІ ПРОЕКТУ

№ інтервалу	Ліва границя	Права границя	Кількість реалізацій	Частота f1	Частота f2
1	114.0000	116.1000	0	0.0000	0.0000
2	116.1000	118.2000	0	0.0000	0.0000
3	118.2000	120.3000	0	0.0000	0.0000
4	120.3000	122.4000	0	0.0000	0.0000
5	122.4000	124.5000	6	0.0300	0.0143
6	124.5000	126.6000	18	0.0900	0.0429
7	126.6000	128.7000	26	0.1300	0.0619
8	128.7000	130.8000	46	0.2300	0.1095
9	130.8000	132.9000	57	0.2850	0.1357
10	132.9000	135.0000	30	0.1500	0.0714
11	135.0000	137.1000	12	0.0600	0.0286
12	137.1000	139.2000	5	0.0250	0.0119
13	139.2000	141.3000	0	0.0000	0.0000
14	141.3000	143.4000	0	0.0000	0.0000
15	143.4000	145.5000	0	0.0000	0.0000
16	145.5000	147.6000	0	0.0000	0.0000
17	147.6000	149.7000	0	0.0000	0.0000
18	149.7000	151.8000	0	0.0000	0.0000
19	151.8000	153.9000	0	0.0000	0.0000

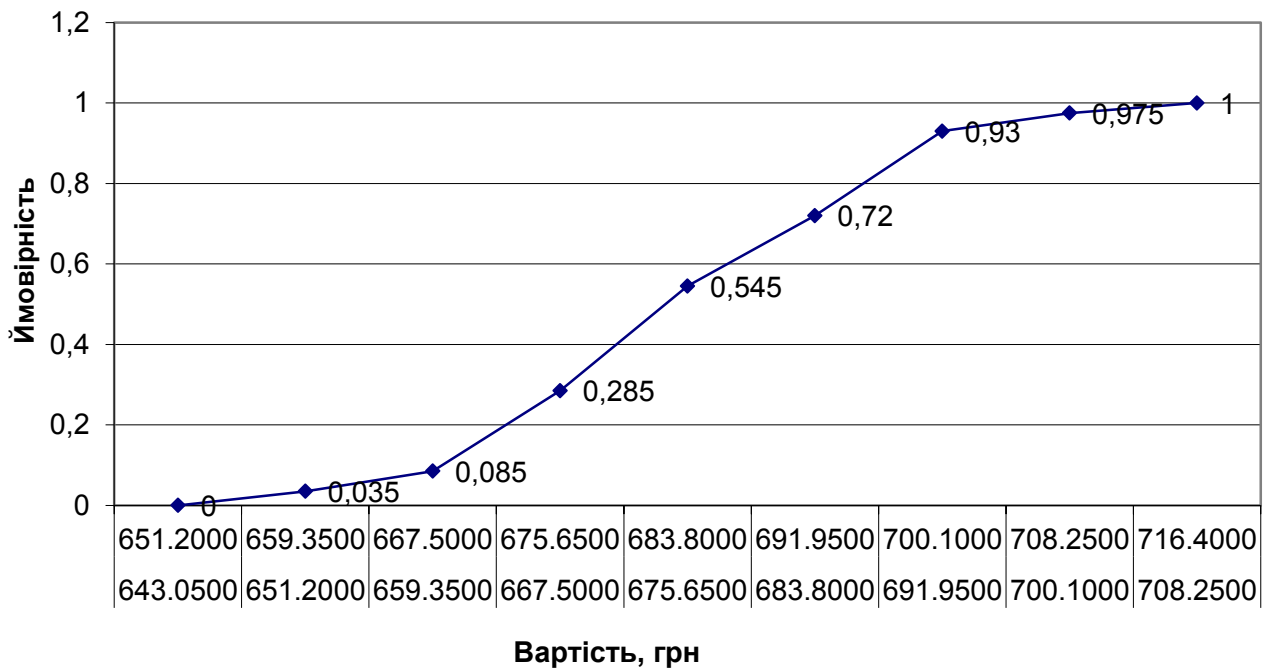
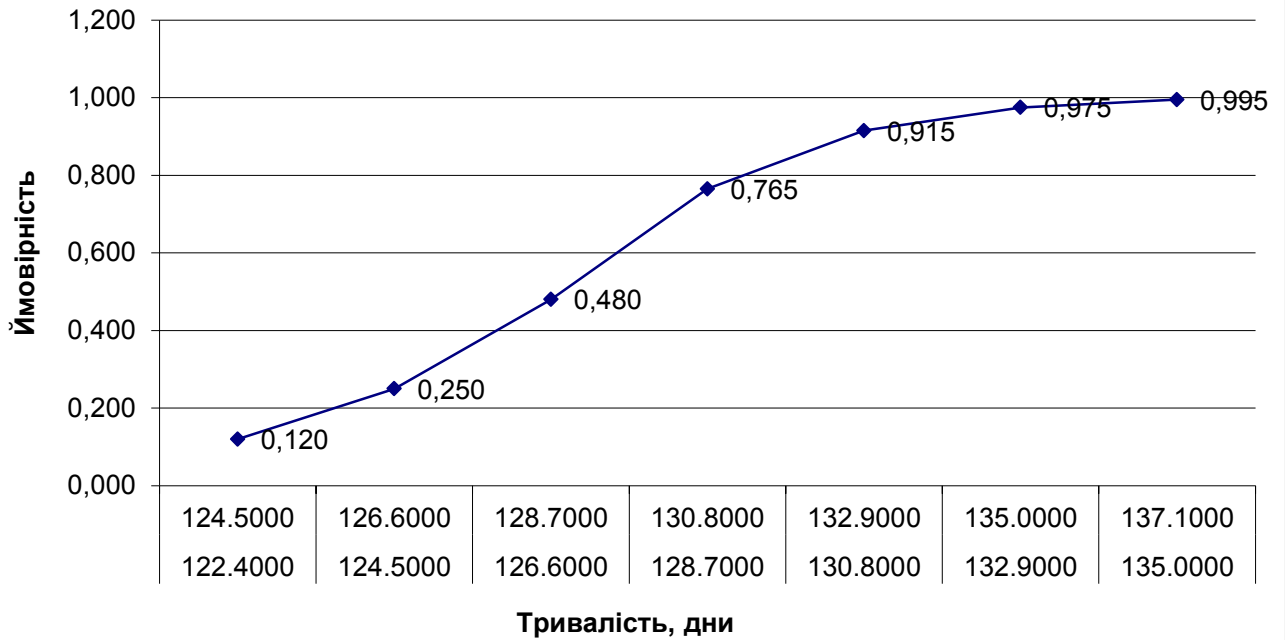
РЕЗУЛЬТАТ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ВАРТОСТІ ПРОЕКТУ

№ інтервалу	Ліва границя	Права границя	Кількість реалізацій	Частота f1	Частота f2
1	586.0000	594.1500	0	0.0000	0.0000
2	594.1500	602.3000	0	0.0000	0.0000
3	602.3000	610.4500	0	0.0000	0.0000
4	610.4500	618.6000	0	0.0000	0.0000
5	618.6000	626.7500	0	0.0000	0.0000
6	626.7500	634.9000	0	0.0000	0.0000
7	634.9000	643.0500	0	0.0000	0.0000
8	643.0500	651.2000	1	0.0050	0.0006
9	651.2000	659.3500	6	0.0300	0.0037
10	659.3500	667.5000	10	0.0500	0.0061
11	667.5000	675.6500	40	0.2000	0.0245
12	675.6500	683.8000	52	0.2600	0.0319
13	683.8000	691.9500	35	0.1750	0.0215
14	691.9500	700.1000	42	0.2100	0.0258
15	700.1000	708.2500	9	0.0450	0.0055
16	708.2500	716.4000	5	0.0250	0.0031
17	716.4000	724.5500	0	0.0000	0.0000
18	724.5500	732.7000	0	0.0000	0.0000
19	732.7000	740.8500	0	0.0000	0.0000

На основі результатів розрахунку на ЕОМ будемо графіки статистичної функції розподілу ймовірності тривалості і вартості проекту .

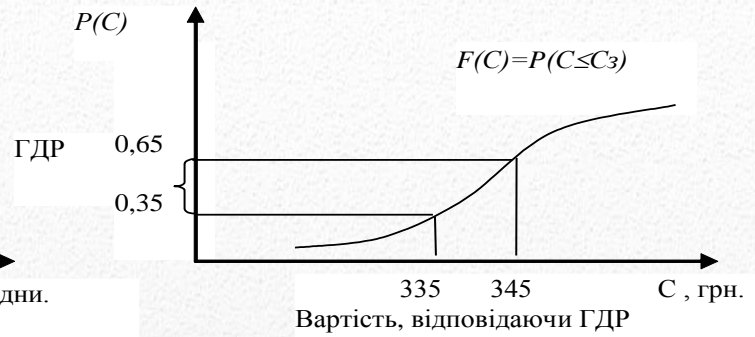
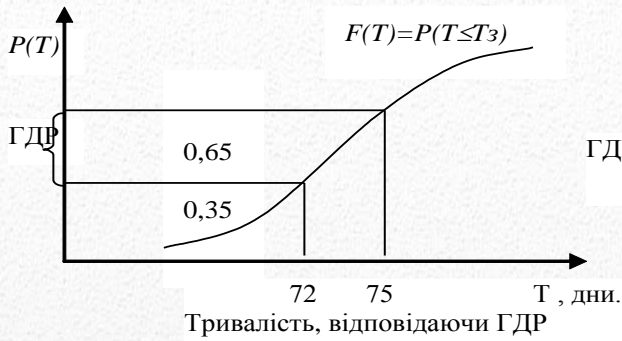


Діаграма щільності розподілу ймовірності тривалості та вартості проекту



Графіки границі допустимого ризику тривалості та вартості проекту

Данні для прийняття рішення



Показники:	Тривалість		Вартість	
	Мін. значення	Макс. значення	Мін. значення	Макс. значення
Теоретичні показники	114	156	586	749
Статистичні показники	123,41467	138,48273	711,5583	649,4624
Математичне очікування	130,74		683,25	
Стандартне відхилення	10,39		155,93	
Вірогідність виконання проекту в задані параметри	3,22		12,48	
Теоретичні показники	0,28		0,26	

Отже, виходячи з отриманих результатів, можна зробити однозначний висновок: встановлений термін проекту $T_3 = 129$ дня за умови, що вартість робіт не повинна перевищувати 680 тис. грн., не може бути виконаний. Отже, рішення слід переглянути, тобто вірогідність того, що проект буде зданий в заданий час дуже низька (0,28), а встановлена вартість $C=680$ тис. грн. нереальна для тривалості в 129 днів. Тому термін має бути встановлений як мінімум 131 день.

При такому варіанті виконання інвестиційного проекту знижується можливість непередбачених ситуацій, ризик недотримання календарних планів, ризик дорожчання робіт та інше.

Зважаючи на складність аналізованих систем, кількісні оцінки можливі далеко не завжди. Досить широко використовуються методи системного аналізу, які мають якісний характер (метод Дельфі, метод «мозкової атаки», метод сценаріїв та інші).

В даний час системний аналіз не є науковим напрямом, що повністю сформувався. Однак досягнутий стан дозволяє успішно застосовувати створені методи та підходи для вирішення управлінських завдань.

Тому системний підхід є невід'ємною частиною теоретичного багажу системотехніки будівництва

