

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ПИЛИПЕНКО ІННА ВІТАЛІЇВНА

УДК 658.512.6

**ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ УПРАВЛІННІ
РОЗГАЛУЖЕНО-ЦИКЛІЧНИМИ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ**

05.13.06 – інформаційні технології

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня

кандидата технічних наук

Вінниця – 2016

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано у Вінницькому національному технічному університеті
Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник: – доктор технічних наук, професор
Дубовой Володимир Михайлович,
Вінницький національний технічний університет,
завідувач кафедри комп'ютерних систем управління

Офіційні опоненти: – доктор технічних наук, професор
Зіатдінов Юрій Кашафович,
Національний авіаційний університет,
завідувач кафедри комп'ютерних інформаційних технологій

– доктор технічних наук, старший науковий співробітник
Порєв Геннадій Володимирович,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
доцент кафедри програмних систем і технологій

Захист дисертації відбудеться «02» грудня 2016 року о 10⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 05.052.01 у Вінницькому національному технічному університеті за адресою: 21021, м. Вінниця, вул. Хмельницьке шосе, 95, ауд. 210, ГНК.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Вінницького національного технічного університету за адресою: 21021, м. Вінниця, вул. Хмельницьке шосе, 95, ГНК.

Автореферат розісланий «31» жовтня 2016 року.

Учений секретар

спеціалізованої вченої ради

С. М. Захарченко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Велике розмаїття типів технологічних процесів із складними зв'язками між результатами виконання окремих етапів і операцій зумовлює необхідність створення відповідно різноманітних структур і алгоритмів автоматизованих систем управління. Одним з найскладніших типів технологічних процесів є розгалужено-циклічні технологічні процеси (РЦТП). Проблема управління такими процесами є актуальною в зв'язку з їх поширенням у промисловості. Особливістю управління ними є те, що в кінці кожної операції такого процесу приймаються рішення щодо переходів до наступної стадії. Традиційні підходи до прийняття рішень (теорія ігор, теорія статистичних рішень, нечіткий висновок тощо) не дозволяють у повній мірі врахувати вплив структури процесу і взаємну залежність окремих рішень.

Розробка ефективних управлінських рішень потребує застосування сучасних інформаційних технологій, що забезпечують можливість моделювання, аналізу та прогнозування виконання технологічного процесу. Незважаючи на постійний розвиток, інформаційні технології прийняття рішень при управлінні технологічними процесами залишаються актуальними. Однією з головних причин цього є проблема врахування факторів, що несуть в собі певну невизначеність.

Питанням оптимального управління технологічними процесами в умовах невизначеності плідно займаються Павлов О. А., Згуровський М. З. Проблеми прийняття рішень в умовах ризику та невизначеності висвітлені в роботах таких зарубіжних та українських вчених як: Я. Бернуллі, А. Вальда, Л. Севіджа, А. Гурвіца, В. Парето, Л. Заде, І. В. Кузьміна, О. Г. Наконечного, В. В. Акіменка, Є. В. Івохіна, С. О. Мащенко, Ю. К. Зіатдінова. Інформаційні технології прийняття рішень розглянуті в роботах С. Д. Штовби, В. М. Дубового, Г. В. Порєва, І. В. Поворознюка, О. В. Бісікала. Однак, дотепер залишаються мало вивченими питання управління розгалуженими технологічними процесами з повторюваністю (циклічністю). Одним із основних задач управління циклічними технологічними процесами є прийняття рішення щодо доцільної кількості повторень технологічних циклів. Зокрема, наявність ризику при розгалуженості чи циклічності процесу, який виникає під час прийняття управлінських рішень про доцільність виконання наступної операції (циклу) в технологічному процесі з врахуванням мінімуму втрат, зумовлює необхідність подальших досліджень. Невирішена задача моделювання РЦТП з урахування невизначеності кількості повторень циклу, залежності параметрів операцій наступних циклів від параметрів і характеристик попередніх й обумовлює актуальність дисертаційної роботи.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана відповідно до напрямку наукових досліджень кафедри комп'ютерних систем управління Вінницького національного технічного університету, зокрема дисертаційне дослідження пов'язане з кафедральною науково-дослідною темою № 46 КЗ «Методи аналізу і синтезу розподілених інформаційних систем» та з науково-дослідною роботою «Розробка методів та засобів прийняття рішень при управлінні технологічними процесами, що

розгалужуються, в умовах невизначеності», що виконана Вінницьким національним технічним університетом за держбюджетною темою (№ держреєстрації 0112U001367), де автор була виконавцем цієї науково-дослідної роботи.

Розглянуті в роботі задачі відповідають державним науково-технічним програмам, що сформульовані в Законах України «Про наукову і науково-технічну діяльність», «Про національну програму інформатизації», а також планам найважливіших науково-технічних програм Міністерства освіти і науки України: 6 – Інформатика, інформатизація і приладобудування; 6.2.1 – Інтелектуалізація процесів прийняття рішень; 6.2.2 – Перспективні інформаційні технології і системи.

Мета і задачі дослідження. *Метою дисертаційної роботи* є підвищення ефективності розгалужено-циклічних технологічних процесів на основі інформаційної технології прийняття рішень при управлінні розгалужено-циклічними технологічними процесами.

Для досягнення поставленої мети в дисертації розв'язуються такі основні задачі:

- аналіз методів та інформаційних технологій управління розгалужено-циклічними технологічними процесами;
- розробка моделі розгалужено-циклічного технологічного процесу в умовах невизначеності;
- удосконалення методу оцінювання ризику прийняття рішень при управлінні розгалужено-циклічними технологічними процесами;
- розробка методу прогнозування доцільної кількості повторень циклічного технологічного процесу;
- розробка алгоритмів і програм інформаційної технології прийняття рішень при управлінні розгалужено-циклічними технологічними процесами;
- практична реалізація і застосування інформаційної технології.

Об'єктом дослідження є розгалужено-циклічні технологічні процеси.

Предметом дослідження є методи та інформаційна технологія прийняття рішень при управлінні розгалужено-циклічними технологічними процесами.

Методами дослідження виступають теорії ймовірності для удосконалення методу оцінювання ризику прийняття рішень при управлінні розгалужено-циклічними технологічними процесами, комп'ютерного моделювання для розробки моделі розгалужено-циклічного технологічного процесу, прийняття рішень для розробки методу прогнозування доцільної кількості повторень циклічного технологічного процесу.

Наукова новизна одержаних результатів:

1. **Вперше** розроблено модель розгалужено-циклічного технологічного процесу, яка ґрунтується на невизначених циклічних графах і неоднорідних марковських ланцюгах, що дозволяє підвищити адекватність моделі щодо управління розгалужено-циклічними технологічними процесами і зменшити втрати.

2. **Удосконалено** метод оцінювання ризику прийняття рішень при управлінні розгалужено-циклічними технологічними процесами, який відрізняється від існуючих застосуванням комбінації статистичних і нечітких оцінок втрат при

виконанні операцій технологічного процесу, що дозволяє розширити область застосування методу.

3. Отримав подальший розвиток метод прогнозування доцільної кількості повторень циклічного технологічного процесу, який відрізняється спільним використанням неоднорідної марковської моделі у комплексі з операторним методом моделювання систем в умовах невизначеності, що дозволяє підвищити якість рішень та зменшити втрати при виконанні технологічного процесу.

Практичне значення одержаних результатів. Теоретичні дослідження дають змогу практично реалізувати розроблений алгоритм оцінювання ризику прийняття рішень при управлінні розгалужено-циклічними технологічними процесами.

Розроблені алгоритми і програми інформаційної технології прийняття рішень при управлінні розгалужено-циклічними технологічними процесами, на які отримано свідоцтва про авторське право на твір.

Результати досліджень впроваджені, що підтверджено відповідними актами, на підприємстві ТОВ НВП «Спільна Справа» у 2015 році для удосконалення управління процесами тестування програмного забезпечення та були використані в навчальному процесі Вінницького національного технічного університету (ВНТУ) у 2016 році під час читання лекцій, проведення практичних занять та виконання курсового проекту з дисципліни “Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів”.

Особистий внесок здобувача. Усі результати, що складають основний зміст дисертації, отримані здобувачем самостійно. У роботах, опублікованих у співавторстві, здобувачеві належать такі ідеї і розробки: [4] – формалізація основних задач прийняття рішень щодо управління розгалужено-циклічними технологічними процесами; [2, 8, 11] – удосконалення методу оцінювання ризику прийняття рішень при управлінні розгалужено-циклічними технологічними процесами; [3] – розробка підходу до оптимізації параметрів СППР при управлінні розгалуженим технологічним процесом; [5, 11] – розробка марковської моделі розгалужено-циклічного технологічного процесу; [9, 10, 11] – розробка моделі розгалужених технологічних процесів в умовах невизначеності на основі невизначених графів; [12, 13] – розробка алгоритмів та програм для оптимізації прийняття рішень при виконанні технологічних процесів; [13] – розробка архітектури інформаційної технології; [14, 15] – розвиток методу оцінки впливу синхронізації операцій на розгалужені технологічні процеси; [19-21] – розробка програм для інформаційної технології прийняття рішень при управлінні розгалужено-циклічними технологічними процесами; [6, 16] – реалізація та застосування марковської моделі до циклічних технологічних процесів; [1, 17] – розвиток методу прогнозування доцільної кількості повторень циклічного технологічного процесу; [7, 18] – застосування розроблених методик прогнозування до процесу тестування програмного забезпечення.

Апробація результатів дисертації. Результати дисертаційної роботи доповідались та обговорювались на 16 науково-технічних конференціях: на міжнародній науково-технічній конференції SAIT 2011, м. Київ, 23-28 травня 2011 р.

ННК "ІПСА" НТУУ "КПІ"; на міжнародній науково-технічній конференції SAIT 2013, м. Київ, 27-31 травня 2013 р. ННК "ІПСА" НТУУ "КПІ"; на науково-технічній конференції з міжнародною участю «Комп'ютерне моделювання в наукомістких технологіях (КМНТ-2012)», м. Харків, 24-27 квітня 2012 р., Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна; на Третій міжнародній науково-практичній конференції «Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія», м. Вінниця, 29-31 травня 2012 року; на міжнародній науково-практичній конференції «Контроль і управління в складних системах (КУСС-2012)», м. Вінниця, 9-11 жовтня 2012 року; на VIII міжнародній науково-практичній конференції «Новости передовой науки – 2013», м. Софія, Болгарія; міжнародній конференції з автоматичного управління, присвяченій 100-річчю з дня народження академіка О. Г. Івахненка «Автоматика – 2013», м. Миколаїв, 25 - 27 вересня 2013 р.; на XXXVIII-XLI регіональних науково-технічних конференціях професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів ВНТУ (м. Вінниця, 2011-2016 рр.); на Четвертій міжнародній науково-практичній конференції «Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія» м. Вінниця, 28-30 травня 2014 року; на 21-й міжнародній конференції з автоматичного управління «Автоматика–2014», м. Київ, 23-27 вересня 2014 р.; на XII міжнародній конференції «Контроль і управління в складних системах (КУСС-2014)», м. Вінниця, 14-16 жовтня 2014 р.; на 17-й міжнародній науково-технічній конференції SAIT 2015, Київ, 22-25 червня 2015 р. на 18-й міжнародній науково-технічній конференції SAIT 2016, м. Київ, 30 травня - 2 червня 2016 р.

Публікації. За результатами дисертації опубліковано 21 наукову працю, в тому числі 8 статей у журналах, які входять до переліку фахових видань України, 1 стаття у міжнародному журналі, що індексується бібліографічною і реферативною базою даних SCOPUS, 1 стаття в закордонному періодичному виданні, 1 розділ монографії, 7 тез доповідей, отримано 3 авторські свідоцтва на комп'ютерну програму.

Структура роботи та її обсяг. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Основний зміст викладено на 155 сторінках друкованого тексту, містить 65 рисунків, 23 таблиці. Список використаних джерел містить 175 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 221 сторінку.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, показано її зв'язок з науковими програмами, визначено об'єкт, предмет і методи дисертаційного дослідження, сформульовано мету та задачі роботи, наведено наукову новизну, практичне значення, апробацію та структуру роботи.

У **першому розділі** дисертації проведено аналіз методів та інформаційних технологій управління технологічними процесами. Розглянуто клас розгалужено-циклічних технологічних процесів, наведено приклади таких процесів.

Визначено основні задачі прийняття рішень при управлінні РЦТП. Важливими задачами прийняття рішень при управлінні такими процесами є зменшення втрат

(часу, коштів, персоналу тощо) при прийнятті невірної рішення на етапі контрольних операцій, які виникають при розгалуженості чи циклічності процесу та в умовах невизначеності. Тому задачі прийняття рішень при управлінні РЦТП можна віднести до групи дискретних (кількість циклів протікання технологічного процесу є ціле число) задач виділення найкращої альтернативи (варіанту чи шляху протікання технологічного процесу) в умовах невизначеності або в умовах ризику.

Проаналізовано можливість застосування марковських процесів до управління розгалужено-циклічними технологічними процесами. РЦТП є процесом зміни стану предмету виробництва. Хід і результати виконання окремих підпроцесів залежать від вхідних параметрів предмету виробництва і не залежать від того, якими засобами і як ці параметри предмету виробництва отримані. Тому зроблено припущення, що РЦТП може бути описаний марковською моделлю з дискретними часом та дискретними станами. Кожна операція системи може перебувати в одному із станів, що утворюють множину допустимих станів даної операції. Множина станів для операції визначається, виходячи з призначення системи. Якщо стан системи залежить тільки від попереднього стану і не залежить від попередньої історії, то послідовність станів є марковським ланцюгом. Тому до моделювання РЦТП можна застосувати неоднорідний марковський ланцюг.

Аналіз методів моделювання РЦТП показав, що моделювання та оцінювання ризиків є важливою задачею на шляху розв'язання проблеми управління розгалужено-циклічними технологічними процесами. Існуючі системи та методи планування для вирішення даної проблеми не дають точних варіантів розвитку та планування виробництва. Розробка підходів до оцінювання ризику при управлінні розгалужено-циклічними технологічними процесами залежить від структури процесу та прийняття управлінських рішень. На ризик головним чином впливають вхідні та вихідні параметри операцій, їх відхилення, ймовірність переходу між операціями та певна невизначеність під час контролю та прийняття рішення. Ризик характеризується витратами на стабілізацію результатів операції. Завдання алгоритму стабілізації полягає в підтримці параметра на заданому попередньому розрахунковому рівні, при цьому передбачається, що технологічний процес протікає з максимальною ефективністю.

Існуючі інформаційні технології мають багато недоліків. Однією з головних причин виступає недосконалість алгоритмів контролю і управління, що призводить до збільшення витрат та зменшення якості продукції. У зв'язку з цим проблема підвищення ефективності розгалужено-циклічних технологічних процесів є актуальною.

У **другому розділі** розроблена модель розгалужено-циклічного технологічного процесу, яка ґрунтується на невизначених циклічних графах і неоднорідних марковських ланцюгах, що дозволяє підвищити адекватність моделі щодо управління розгалужено-циклічними технологічними процесами і зменшити втрати. Удосконалений метод оцінювання ризику прийняття рішень при управлінні розгалужено-циклічними технологічними процесами, який відрізняється від існуючих застосувань комбінації статистичних і нечітких оцінок втрат при виконанні операцій технологічного процесу, що дозволяє розширити область

застосування методу. Здійснено асимптотичну перевірку адекватності моделі. Адекватність моделі проаналізовано на крайніх значеннях параметрів: кількості циклів та коефіцієнту впливу попереднього стану на наступний. Результати розрахунків показали, що при граничних значеннях вхідних параметрів розроблену марковську модель можна вважати адекватною.

Схему РЦТП подаємо у вигляді графа, зображеного на рис. 1, де вершини відповідають операціям РЦТП S_i , а дуги – переходам між операціями. K_i – контроль стану та прийняття рішення. Граф описуємо матрицею суміжності $A = \{a_{ij}\}$, $i, j = 1..n$, де n – кількість операцій; $a_{ij} = 1$, якщо перехід від i -ї операції до j -ї можливий і $a_{ij} = 0$, якщо перехід неможливий.

Кожна операція РЦТП характеризується вектором вхідних параметрів \vec{X} і вектором вихідних параметрів \vec{Y} . Оскільки вхідні параметри можуть мати розкид, то кожна операція процесу будується так, щоб отримати результат \vec{Y} з мінімальним відхиленням ΔY від бажаного \vec{Y}_0 незалежно від розкиду $\Delta \vec{X}$. Таким чином, за базову модель операції РЦТП, приймаємо модель системи стабілізації, в якій управління $U = Y_0$ – це мета операції, а розкид $\Delta \vec{X}$ – збурення.

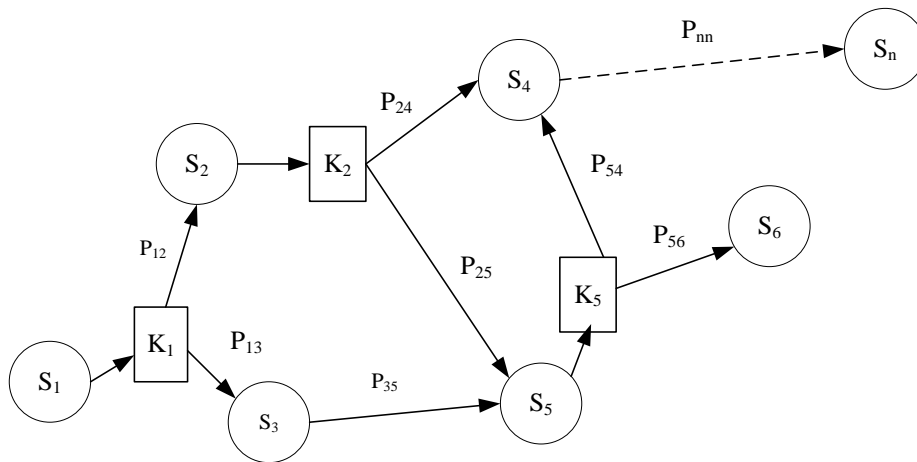


Рисунок 1 – Граф РЦТП

Оцінюємо загальну ймовірність переходу до наступної операції з урахуванням стабілізаційної властивості операції РЦТП. Ця властивість характеризується передаточною функцією збурення $W_{\Delta X}$. Тоді функцію невизначеності результату операції представляємо у векторно-операторному вигляді

$$\beta_{\vec{Y}}(\vec{Y}) = \Phi^{(n)}(W_{\Delta X}, \vec{Y}) \cdot \beta_{\Delta \vec{X}}(\Delta \vec{X}). \quad (1)$$

Тоді ймовірність переходу від операції S_i до операції S_j

$$P_{ij} = \int_{\vec{Y} \in D_{ij}} [\Phi^{(n)}(W_{\Delta X}, \vec{Y}) \cdot \beta_{\Delta \vec{X}}(\Delta \vec{X})] d\vec{Y}. \quad (2)$$

Таким чином, кожна операція характеризується ймовірністю переходу до наступної операції, витратами і невизначеністю результатів, яка характеризує розкид умов виконання наступної операції.

Для оцінювання загального ризику прийняття рішень при управлінні РЦТП утворюємо множину шляхів $L_{1n} = \{l_i\}$ від початкової до кінцевої операції у графі

РЦТП з урахуванням можливої кратності циклів. Кожен такий шлях є варіантом технологічного процесу, який реалізується в результаті прийняття окремих рішень.

Розкид вхідних параметрів операції S_j на шляху l_i визначається розкидом вихідних параметрів попередньої операції S_{j-1} . Отже у загальному вигляді рівняння для довільної операції на шляху l_i мають вигляд:

$$\begin{cases} \beta_{\bar{Y}_j}(\bar{Y}_j) = \Phi^{(n)}(W_{\Delta\bar{X}_j}, \bar{Y}_j) \cdot \beta_{\Delta\bar{X}_j}(\Delta\bar{X}_j); \\ \Delta\bar{X}_j = \bar{Y}_{j-1} - \bar{Y}_{0j-1}; \\ g_i = \bar{A}_j \cdot \Delta\bar{X}_j^T + b_j; \\ P_{j-1j} = \int_{\bar{Y}_{j-1} \in D_{j-1j}} [\Phi^{(n)}(W_{\Delta\bar{X}_{j-1}}, \bar{Y}_j) \cdot \beta_{\Delta\bar{X}_{j-1}}(\Delta\bar{X}_{j-1})] d\bar{Y}_{j-1}, \end{cases} \quad (3)$$

де $j \in l_i$.

Згортаючи систему (3), отримуємо:

$$\begin{cases} \beta_{\bar{X}_{j+1}}(\bar{X}_{j+1}) = \prod_{k=1}^j \Phi^{(n)}(W_{\Delta\bar{X}_k}, \bar{X}_{k+1}) \cdot \beta_{\Delta\bar{X}_1}(\Delta\bar{X}_1); \\ g_i = \bar{A}_j \cdot 3 \sqrt{\int_{\Delta\bar{X}_j} \left[(\Delta\bar{X}_j)^2 \prod_{k=1}^{j-1} \Phi^{(n)}(W_{\Delta\bar{X}_k}, \bar{X}_{k+1}) \cdot \beta_{\Delta\bar{X}_1}(\Delta\bar{X}_1) \right]^T d(\Delta\bar{X}_j)} + b_j; \\ P_{j-1j} = \int_{\bar{Y}_{j-1} \in D_{j-1j}} \prod_{k=1}^j \Phi^{(n)}(W_{\Delta\bar{X}_{k-1}}, \bar{X}_{k-1}) \cdot \beta_{\Delta\bar{X}_{k-1}}(\Delta\bar{X}_{k-1}) d\bar{X}_{k-1}, \end{cases} \quad (4)$$

де $j \in l_i$.

На основі системи рівнянь (4) підраховуємо загальний ризик РЦТП. Оскільки втрати є величиною адитивною, то загальні втрати РЦТП:

$$G_i = \sum_{j \in l_i} g_j + A \cdot \Delta\bar{Y}_n, \quad (5)$$

де перший доданок є загальними втратами на усіх операціях реалізації l_i , а другий доданок є втратами від відхилення параметрів остаточного результату РЦТП від номінального значення.

Ймовірність реалізації l_i :

$$P_i = \prod_{j \in l_i} P_{j-1j}. \quad (6)$$

Відповідно ризик реалізації l_i :

$$R_i = G_i P_i, \quad (7)$$

а загальний ризик РЦТП:

$$R = \int_{\Delta\bar{X}_1} G_i P_i \beta(\Delta\bar{X}_1) d\Delta\bar{X}_1. \quad (8)$$

Отже, запропонований підхід застосовуємо для оцінки ризику прийняття рішень при управлінні РЦТП в умовах невизначеності вхідних параметрів і результатів контрольних операцій.

Застосовуємо марковську модель РТП до циклічних процесів, враховуючи перетворення циклічного графа на еквівалентний йому ациклічний. Марковську

модель технологічного процесу представляємо як сукупність марковських моделей операцій і підпроцесів P_i . За основу беремо неоднорідну марковську модель.

На рис. 2 зображено приклад графа зміни станів операції. Під «станом» розуміємо сукупність значень параметрів операції. Нехай m – максимальна кількість станів операції циклічного РТП. Позначаємо через b_{ij} вірогідність переходу операції із стану S_i в стан S_j . Тоді вірогідності переходів операції з одного стану в інший описується матрицею суміжності.

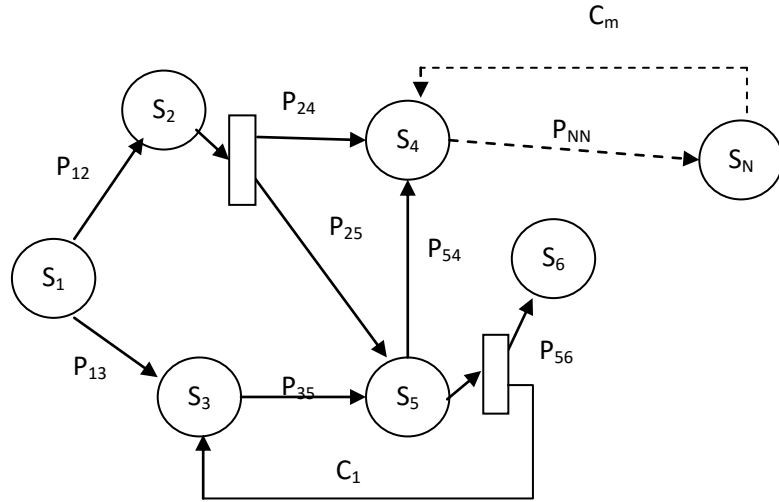


Рисунок 2 – Граф зміни станів

Оскільки перехідні вірогідності є змінними, що зумовлено взаємним впливом операцій двох послідовних підпроцесів, то марковська модель циклічного РТП є неоднорідною.

Лінеаризована модель для оцінювання вірогідності стану двох підпроцесів:

$$\tilde{b}_{vj} = \sum_{i=1}^m \left\{ \tilde{b}_{vi} \cdot \left[c_{vij}^{00} + \sum_{l=1}^n \sum_{h=1}^m (c_{vij}^{lh} \cdot \tilde{b}_{lh}) \right] \right\}, v=1..n, \quad i, j=1..m. \quad (9)$$

Враховуючи детермінований характер послідовності операцій РЦТП і те, що розглядається вплив операції попереднього підпроцесу на хід аналогічної операції наступного підпроцесу, тобто $l = v - 1$, модель (9) спрощується

$$\tilde{b}_{vj} = \sum_{i=1}^m \left\{ \tilde{b}_{vi} \cdot \left[c_{vij}^{00} + \sum_{h=1}^m (c_{vij}^{(v-1),h} \cdot \tilde{b}_{(v-1),h}) \right] \right\}.$$

Номер стану операції розглядаємо як вектор параметрів X . Тоді модель (9) має вигляд

$$\tilde{b}_v(X_j) = \sum_{i=1}^m \left\{ \tilde{b}_v(X_i) \cdot \left[c_v^{00}(X_i, X_j) + \sum_{h=1}^m (c_v^{v-1,h}(X_i, X_j) \cdot \tilde{b}_{v-1}(X_h)) \right] \right\}. \quad (10)$$

Якщо врахувати вплив підпроцесу $v-2$, то отримуємо

$$\tilde{b}_{v-1}(X_h) = \sum_{i=1}^m \left\{ \tilde{b}_{v-1}(X_i) \cdot \left[c_{v-1}^{00}(X_i, X_h) + \sum_{r=1}^m (c_{v-1}^{v-2,r}(X_i, X_h) \cdot \tilde{b}_{v-2}(X_r)) \right] \right\}. \quad (11)$$

Враховуючи, що співвідношення (10) і (11) є моделями різних реалізацій

одного і того ж підпроцесу, записуємо

$$\begin{aligned} c_v^{00}(X_i, X_j) &= c_{v-1}^{00}(X_i, X_j) = c_1, \\ c_v^{v-1,h}(X_i, X_j) &= c_{v-1}^{v-2,h}(X_i, X_j) = c_2. \end{aligned} \quad (12)$$

Підставляємо (11) в (10) і з урахуванням (12) отримуємо

$$\begin{aligned} \tilde{b}_v(X_j) &= \sum_{i=1}^m \left\{ b_v(X_i) \cdot \left[c_1 + \sum_{h=1}^m \left(c_2 \cdot \sum_{i=1}^m b_{v-1}(X_i) \cdot \left(c_1 + \sum_{r=1}^m \left(c_2 \cdot \sum_{i=1}^m b_{v-2}(X_i) \times \right. \right. \right. \right. \right. \right. \\ &\quad \left. \left. \left. \left. \times \left(c_1 + \sum_{r=1}^m c_2 \cdot \sum_{i=1}^m b_{v-3}(X_i) \right) \right) \right) \right) \right) \right) \right] \right\}. \end{aligned} \quad (13)$$

Узагальнивши (13), отримуємо

$$\tilde{b}_v(X_j) = \sum_{i=1}^m \sum_{h=1}^{v+1} \left[\sum_{r=0}^{(h-1)} c_1 c_2^{h-1} \prod_{r=0}^{h-1} \tilde{b}_{v-r}(X_i) \right]. \quad (14)$$

Тобто, (14) є рекурсивною, з глибиною рекурсії $h-1$. Вихід з рекурсії відбувається коли $h=1$.

На основі марковської моделі визначаємо ризик реалізації циклічного РТП, що дає змогу покращити якість рішень при управлінні розгалужено-циклічними технологічними процесами.

Оцінку адекватності моделі здійснюємо на крайніх значеннях параметрів, а саме: кількості циклів та коефіцієнту впливу попереднього стану на наступний.

Параметри моделі:

$c_v^{00}(X_i, X_j) = c_{v-1}^{00}(X_i, X_j) = c_1$ – вірогідність переходу v -го підпроцесу з i -го в j -й стан без урахування впливу інших підпроцесів;

$c_v^{v-1,h}(X_i, X_j) = c_{v-1}^{v-2,h}(X_i, X_j) = c_2$ – коефіцієнт впливу $v-1$ -го підпроцесу з i -го в j -й стан з урахуванням попереднього $v-2$ -го підпроцесу на h -му циклі;

X_j – номер стану підпроцесу;

$\tilde{b}_v(X_j)$ – вірогідність стану;

m – кількість станів;

v – кількість підпроцесів; i – номер стану; h – номер циклу

$b_{v-r}(X_i)$ – вірогідність v -го підпроцесу на r -му циклі.

Враховуючи детермінований характер послідовності операцій РЦТП і те, що розглядається вплив операції попереднього підпроцесу на хід аналогічної операції наступного підпроцесу – згідно з умови задачі – вплив попередніх підпроцесів відсутній, оскільки виконується всього 1 цикл. Отже, вірогідність переходу циклічного підпроцесу із стану S_i в стан S_j залежить лише від коефіцієнту впливу при переході за умови виконання одного циклу.

При цьому, при розгалуженості, для кожного підпроцесу існує бажаний та небажаний стани, які він може прийняти після виконання. Сімейства залежностей

вірогідностей бажаних та небажаних станів від коефіцієнту впливу при різних значеннях кількостей циклів показано на рис. 3.

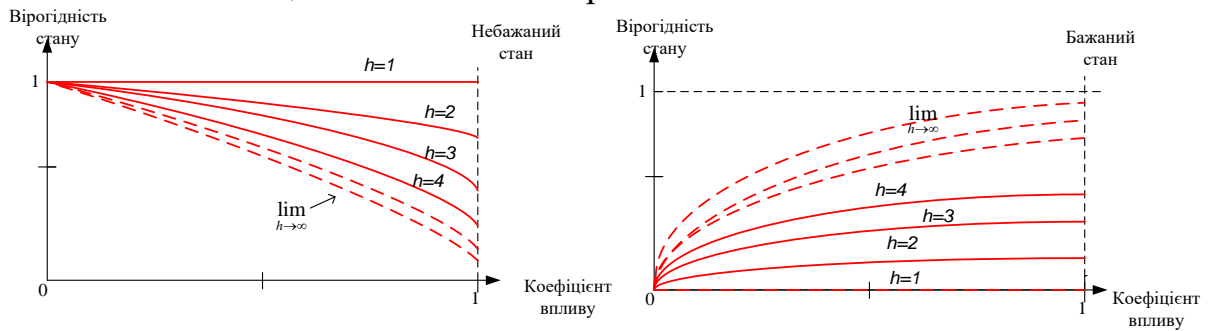


Рисунок 3 – Залежності вірогідності стану підпроцесу від коефіцієнту впливу попереднього стану на наступний

Зі збільшенням значення коефіцієнта впливу, вплив на вірогідність стану збільшується. Це зумовлено взаємним впливом підпроцесів, що визначає неоднорідність марковського ланцюга. При цьому, вірогідність небажаного стану зменшується зі збільшенням значення коефіцієнта впливу попереднього стану на наступний, а вірогідність бажаного стану – збільшується. Сімейства залежностей вірогідностей бажаних та небажаних станів від коефіцієнту впливу при різних значеннях вірогідності стану підпроцесу на попередньому циклі показано на рис. 4.

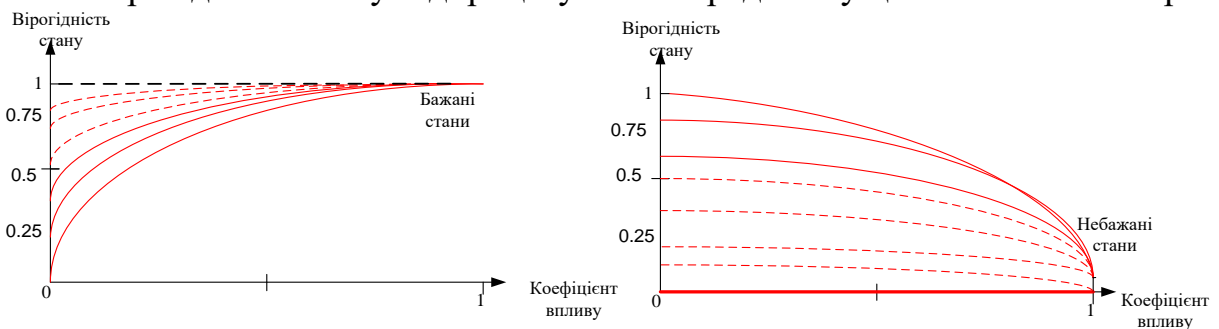


Рисунок 4 – Залежності вірогідності стану підпроцесу від коефіцієнту впливу попереднього стану на наступний при різних початкових вірогідностях стану під процесу

У **третьому розділі** розроблено алгоритм прийняття рішень при управлінні розгалужено-циклічними технологічними процесами. Алгоритм прийняття рішення при управлінні РЦТП передбачає знаходження всіх можливих шляхів від поточного стану до кінця процесу і вибір шляху з мінімальним сумарним ризиком, який показано на рис. 5. Модель РЦТП представлена графом станів (технологічних операцій) і переходів $G[S, A, R]$, де S – множина вершин (станів РЦТП), A – множина зв'язків між ними, R – матриця ризиків реалізацій РЦТП при виборі переходу. Алгоритм прийняття рішення включає в себе функцію розбиття графа РЦТП на базові структури. Для реалізації даної функції пропонується спосіб декомпозиції структури розгалуженого технологічного процесу з урахуванням допустимої кратності виконання підпроцесів, в якому за рахунок використання орієнтованих графів та урахування кратності циклів досягається можливість побудови ациклічної структури технологічного процесу розгалуженого типу, що

приводить до спрощення прогнозування результатів і характеристик технологічного процесу та підвищення ефективності управління.

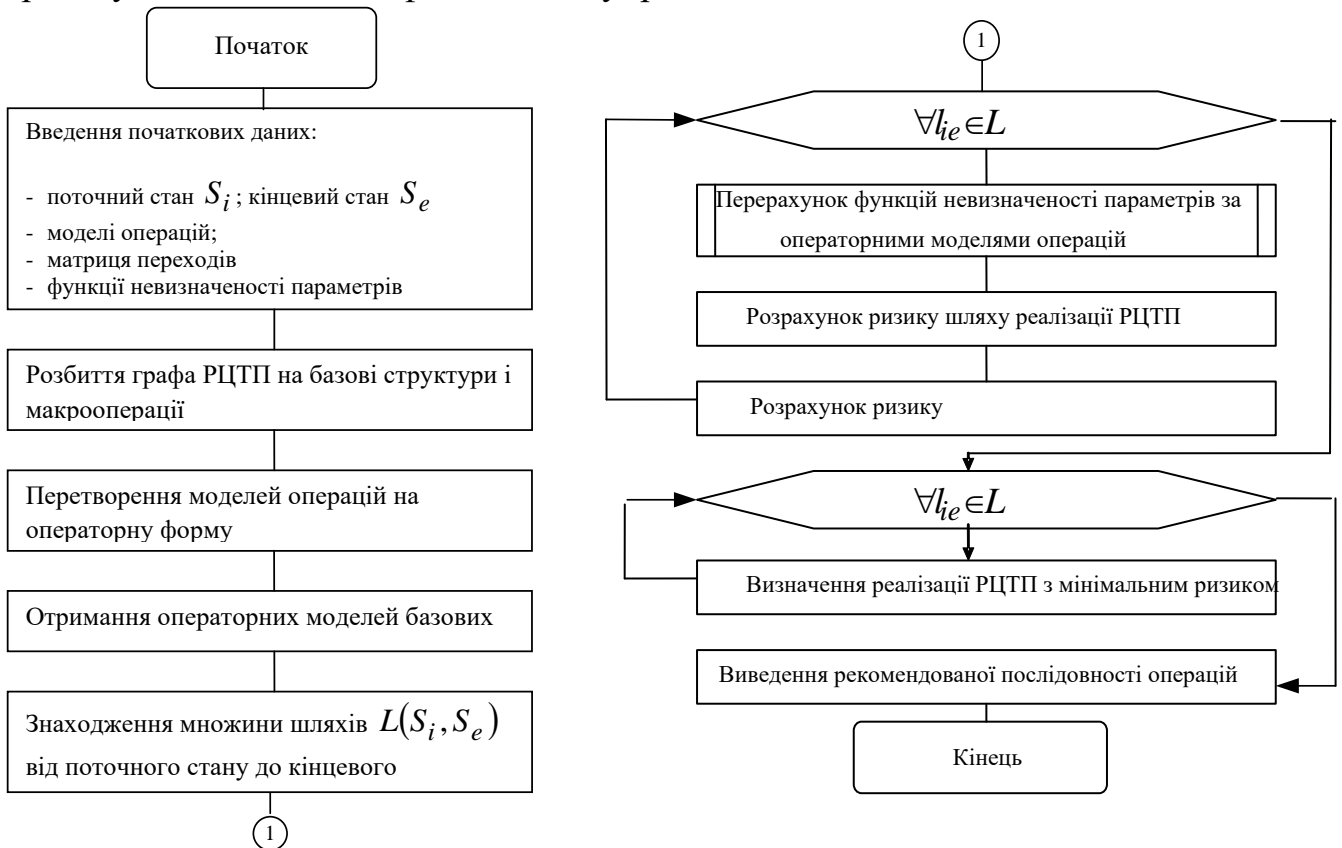


Рисунок 5 – Алгоритм прийняття рішення при управлінні РЦТП

Також для побудови графа технологічного процесу розроблено алгоритм декомпозиції структури РЦТП, що дає змогу програмно спростити розбиття графа технологічного процесу, і цим самим, ефективно підрахувати ризик.

Отримав подальший розвиток метод прогнозування доцільної кількості повторень циклічного технологічного процесу, який відрізняється спільним використанням неоднорідної марковської моделі у комплексі з операторним методом моделювання систем в умовах невизначеності, що дозволяє підвищити якість рішень та знизити втрати при виконанні технологічного процесу.

Для кожної технологічної операції існує бажаний та небажаний стани, які операція може прийняти після виконання підпроцесу. Зі зростанням кількості циклів виконання підпроцесу, вплив на вірогідність стану збільшується. Це зумовлено взаємним впливом підпроцесів, що визначає неоднорідність марковського ланцюга. При цьому, вірогідність небажаного стану зменшується зі зростанням кількості циклів виконання підпроцесу, а вірогідність бажаного стану – збільшується. Залежності бажаного стану операції від кількості циклів виконання, залежність небажаного стану операції від кількості циклів виконання та залежність сумарного ризику від кількості циклів виконання підпроцесу показано на рис. 6.

Згідно наведеного графіку, вплив на вірогідність стану підпроцесу дає можливість прийняти рішення щодо доцільної кількості виконання циклів. Проте,

при збільшенні кількості циклів виконання збільшуються і витрати на проходження технологічного підпроцесу.

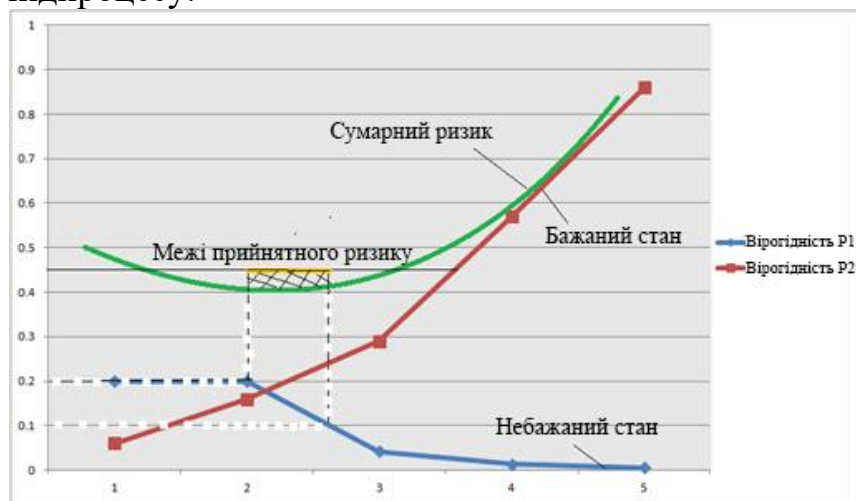


Рисунок 6 – Прогнозування прийнятності ризику виконання циклічного підпроцесу

Необхідно знайти таку допустиму кількість циклів виконання підпроцесу, при якій втрати були б прийнятними, а ризик був би найменшим. Прийнятний ризик – це компроміс між бажаним станом та небажаним станом операції. Концепція прийнятності (допустимого) ризику може бути застосована для визначення меж допустимих витрат, які виникають при зростанні циклів виконання підпроцесу.

При управлінні ризиками РЦТП необхідно контролювати кількість повторень циклів таких процесів.

Блок-схему управління циклічністю розгалуженим технологічним процесом показано на рис. 7. Блок-схема складається з 5 основних блоків:

1. Block for defined process parameters – використовується для визначення вхідних параметрів процесу (наприклад, кількість операцій, стадій, циклів і т. п.)

2. Block for separating process to subprocesses – використовується для знаходження всіх можливих циклів процесу і розділяє процес на підпроцеси.

3. Block for calculating probability of each subprocess – описується за допомогою марковської моделі. Блок вимагає вхідних параметрів для обчислення марковської моделі.

4. Block for defining desired and undesired states – виконується після обчислення ймовірностей станів, що дає змогу зробити висновок про бажаний чи небажаний стан операції.

5. Block for calculating optimal number of cycles – після обчислення бажаного та небажаного стану системи ми можемо зробити висновок щодо оптимальної кількості циклів процесу на основі критерію оптимальності. В якості критерію оптимальності виступає мінімальний ризик, який визначається як середні витрати на виконання кожного підпроцесу технологічного процесу.

Відповідно до розробленої марковської моделі, на вхід алгоритму подаємо такі параметри процесу: кількість підпроцесів P_N , кількість операцій O_n , кількість станів кожної операції S_m , вірогідності цих станів b_{nm} , та вплив C_v – масив вагових коефіцієнтів. Далі, для кожного стану всіх операцій, що належать до певного

підпроцесу, розраховуємо ймовірність стану операції через N циклів виконання процесу.

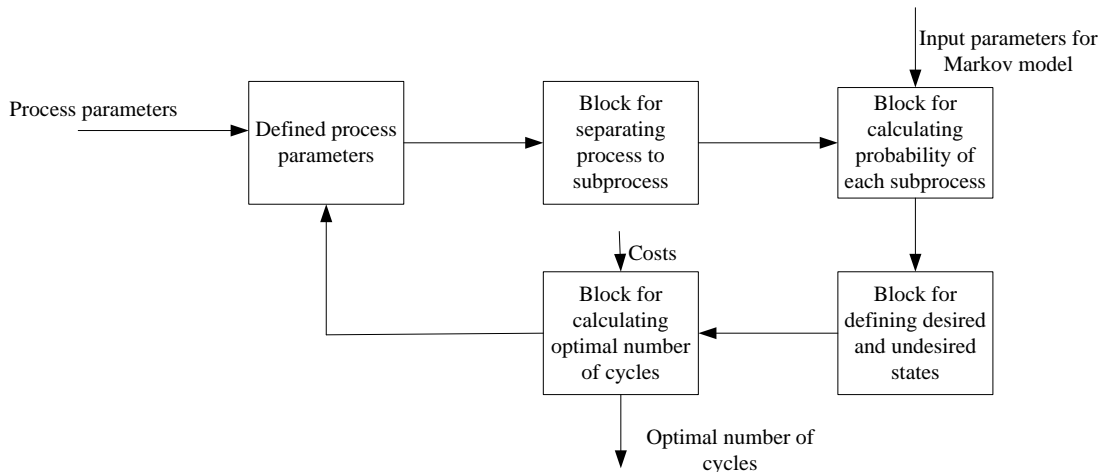


Рисунок 7 – Блок-схема управління циклічністю розгалуженого технологічного процесу

Коли необхідні ймовірності отримано, будемо для них графіки залежностей бажаних та небажаних станів технологічного підпроцесу від кількості пройдених циклів. На основі таких графіків, з урахуванням прогнозованих витрат на технологічний підпроцес, знаходимо оптимум.

Критерієм оптимальності виступає мінімальний ризик, який визначається як середні витрати на виконання кожного підпроцесу технологічного процесу.

Розроблені алгоритми інформаційної технології прийняття рішень при управлінні розгалужено-циклічним технологічними процесами.

Визначено основні та додаткові функції, які повинна виконувати інформаційна технологія. Архітектуру інформаційної технології прийняття рішень при управлінні РЦТП представлено у вигляді UML-діаграми варіантів використання, UML-діаграми послідовності та UML-діаграм класів. Розроблену архітектуру використано для практичної реалізації інформаційної технології прийняття рішень при управлінні розгалужено-циклічними технологічними процесами.

У **четвертому розділі** здійснено практичну реалізацію інформаційної технології прийняття рішень при управлінні розгалужено-циклічними технологічними процесами.

Розділ присвячений застосуванню розроблених моделей та методів до процесу тестування програмного забезпечення. Здійснено прогнозування часу тестування програмного продукту за допомогою розроблених методів та перевірено результати за допомогою імітаційного моделювання в середовищі Simulink. Результати дослідження показали позитивні результати.

Результати дослідження отримали практичну реалізацію у вигляді програмного забезпечення, яке впроваджене у ТОВ НВП «Спільна Справа» (м. Вінниця) в 2015 році на основі розроблених моделей, алгоритмів та методів. Використані наступні результати дисертаційної роботи: метод прогнозування доцільної кількості повторень циклічного технологічного процесу; алгоритм оцінювання ризику прийняття рішень при управлінні розгалужено-циклічними

технологічними процесами; алгоритм інформаційної технології прогнозування доцільної кількості повторень циклічного технологічного процесу.

Здійснено аналіз ефективності інформаційної технології за допомогою порівняльного аналізу результатів експериментів, проведених на процесі тестування програмного забезпечення. Ефект від впровадження результатів полягає в зменшенні витрат на надмірне тестування в результаті прийняття невірних рішень на контрольних операціях та в підвищенні якості програмного продукту.

Крім цього, проведено оцінювання ризику технологічного процесу обробки овочів. На прикладі цього технологічного процесу було проведено тестування розробленого програмного забезпечення інформаційної технології прийняття рішень при управлінні розгалужено-циклічними технологічними процесами «TP Modeling».

Також показано можливість використання розробленого програмного забезпечення і для інших процесів розгалужено-циклічного типу на прикладі технологічного процесу хімічної чистки. Результати тестування показали коректність та ефективність роботи програмного забезпечення.

У додатках наведено основні лістинги програмного забезпечення практичної реалізації інформаційної технології, документи та відомості про впровадження результатів, що отримані в дисертації та додаткові приклади застосування розробленої інформаційної технології.

ВИСНОВКИ

В даній роботі проведено дослідження, спрямоване на підвищення ефективності розгалужено-циклічних технологічних процесів на основі інформаційної технології прийняття рішень при управлінні розгалужено-циклічними технологічними процесами. Розв'язана актуальна задача моделювання циклічних розгалужених технологічних процесів з урахування невизначеності кількості повторень циклу, залежності параметрів операцій наступних циклів від параметрів і характеристик попередніх.

Основні наукові та практичні результати досліджень є такими:

1. Проблема підвищення якості управлінських рішень при управлінні технологічними процесами розглядалася багатьма науковцями в науково-технічній літературі, однак, на даний час залишилися мало вивченими технологічні процеси циклічного типу, які характеризуються комплексною невизначеністю. Аналіз методів та інформаційних технологій управління технологічними процесами показав, що розгалужені технологічні процеси циклічного типу є одними з найскладніших технологічних процесів. Важливими задачами прийняття рішень при управлінні РЦТП є зменшення втрат при прийнятті невірного рішення на етапі контрольних операцій, які виникають при розгалуженості чи циклічності процесу та в умовах невизначеності. Існуючі методи моделювання таких процесів не враховують комплексну невизначеність, що пов'язана з розкидом параметрів на кожній операції, результатами контролю, недостовірністю експертних оцінок персоналу тощо.

2. Вперше розроблено модель розгалужено-циклічного технологічного процесу, яка ґрунтується на невизначених циклічних графах і неоднорідних марковських ланцюгах, що дозволяє підвищити адекватність моделі щодо управління розгалужено-циклічними технологічними процесами і зменшити втрати. Здійснено асимптотичну перевірку адекватності розробленої моделі. Адекватність моделі проаналізовано на крайніх значеннях параметрів: кількості циклів та коефіцієнту впливу попереднього стану на наступний. Результати розрахунків показали, що при граничних значеннях вхідних параметрів, розроблену марковську модель можна вважати адекватною.

3. Удосконалено метод оцінювання ризику прийняття рішень при управлінні розгалужено-циклічними технологічними процесами, який відрізняється від існуючих застосуванням комбінації статистичних і нечітких оцінок втрат при виконанні операцій технологічного процесу, що дозволяє розширити область застосування методу.

4. Отримав подальший розвиток метод прогнозування доцільної кількості повторень циклічного технологічного процесу, який відрізняється спільним використанням неоднорідної марковської моделі у комплексі з операторним методом моделювання систем в умовах невизначеності, що дозволяє підвищити якість рішень та знизити витрати на виконання технологічного процесу. Розроблений метод дає змогу спрогнозувати оптимальну кількість циклів проходження технологічного процесу, що є важливою складовою при управлінні ризиками в технологічних процесах циклічного типу.

5. На основі розроблених моделей та методів побудовано алгоритми інформаційної технології прийняття рішень при управлінні розгалужено-циклічними технологічними процесами. Розроблено алгоритм оцінювання ризику прийняття рішень при управлінні розгалужено-циклічними технологічними процесами. Розроблено алгоритм прогнозування доцільної кількості повторень циклічного технологічного процесу. Теоретичні дослідження дають змогу практично реалізувати розроблені алгоритми.

6. Розроблено програмне забезпечення інформаційної технології прийняття рішень при управлінні розгалужено-циклічними технологічними процесами, на яке отримано свідоцтва про авторське право на твір.

7. Результати дисертаційної роботи впроваджено у ТОВ НВП «Спільна Справа» (м. Вінниця, 2015 р.), а також є частиною науково-дослідної роботи «Розробка методів та засобів прийняття рішень при управлінні технологічними процесами, що розгалужуються, в умовах невизначеності», що виконувалась Вінницьким національним технічним університетом за держбюджетною темою (номер держреєстрації: 0112U001367). Використані наступні результати дисертаційної роботи: метод прогнозування доцільної кількості повторень циклічного технологічного процесу; алгоритм оцінювання ризику прийняття рішень при управлінні розгалужено-циклічними технологічними процесами; алгоритм інформаційної технології прогнозування доцільної кількості повторень циклічного технологічного процесу. Також матеріали дисертаційної роботи були використані у навчальному процесі на кафедрі комп'ютерних систем управління Вінницького

національного технічного університету під час читання лекцій, проведення практичних занять та виконання курсового проекту з дисципліни “Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів” (2016 р.).

8. Розроблені програми інформаційної технології застосовані до процесу тестування програмного забезпечення. Здійснено прогнозування часу тестування програмного продукту за допомогою розроблених методів та перевірено результати за допомогою імітаційного моделювання в середовищі Simulink. Здійснено аналіз ефективності інформаційної технології за допомогою порівняльного аналізу результатів експериментів, проведених на процесі тестування програмного забезпечення. Ефект від впровадження результатів полягає в зменшенні витрат на надмірне тестування в результаті прийняття невірних рішень на контрольних операціях та в підвищенні якості програмного продукту. Результати дозволяють стверджувати, що застосування розробленого програмного забезпечення істотно впливає на характеристики процесу тестування програмного забезпечення. Таким чином, загальний час на надмірне тестування зменшився на 18%, а показник якості програмного продукту збільшився на 11,5%.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Пилипенко І. В. Прогнозування доцільної кількості повторень циклічного технологічного процесу / В. М. Дубовой, І. В. Пилипенко, Р. С. Стець // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2015. – №1. – С. 86-91.

2. Пилипенко І. В. Оцінювання ризику розгалужено-циклічних технологічних процесів / В. М. Дубовой, І. В. Пилипенко, А. В. Денисов // Вісник Хмельницького національного університету. – 2011. – С. 165–167.

3. Пилипенко І. В. Оптимізація параметрів СППР при управлінні розгалуженим технологічним процесом / В. М. Дубовой, І. В. Пилипенко // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2012. – №2. – С. 18–25.

4. Пилипенко І. В. Задачі прийняття рішень щодо управління розгалужено-циклічними технологічними процесами [Електронний ресурс] / В. М. Дубовой, І. В. Пилипенко, О. М. Циганенко // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2013. – № 1. – С. 36–42. – Режим доступу до ресурсу : <http://journal.iasa.kpi.ua/zm456st/2013/No1/2013-n1-dubovoi>.

5. Пилипенко І. В. Марковська модель прийняття рішень при управлінні розгалужено-циклічними технологічними процесами / В. М. Дубовой, О. Д. Никитенко, І. В. Пилипенко // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2012. – №6. – С. 130–135.

6. Пилипенко І. В. Застосування марковської моделі для аналізу впливу циклічності на управління розгалуженим технологічним процесом [Електронний ресурс] / В. М. Дубовой, І. В. Пилипенко, Р. С. Стець. // Наукові праці Вінницького національного технічного університету. – 2014. – № 4. – Режим доступу до ресурсу : <http://praci.vntu.edu.ua/article/view/3827/5583>.

7. Пилипенко І. В. Моделювання процесу тестування програмного забезпечення як розгалужено-циклічного технологічного процесу / В. М. Дубовой,

І. В. Пилипенко // Автоматизація технологічних і бізнес-процесів. – 2015. – №24. – С. 55–64.

8. Пилипенко І. В. Оцінювання ризику технологічного процесу обробки овочів [Електронний ресурс] / В. М. Дубовой, І. В. Пилипенко // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія : Математичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи управління. – 2012. – № 1015, вип. 19. – С. 104–112. – Режим доступу до ресурсу : <http://mia.univer.kharkov.ua/19/30253.pdf>.

9. Inna V. Pylypenko. Synthesis of the control algorithm of cyclicity for branched technological process // Vladimir M. Dubovoi, Inna V. Pylypenko, Waldemar Wójcik, Saltanat Sailarbek / Proc. SPIE 9816, Optical Fibers and Their Applications. – 2015. – 981620 (December 18, 2015). – doi : 10.1117/12.2229191.

10. Pylypenko I. Uncertain graph as the model of branching technological process / I. Pylypenko, G. Derman. – Przemysl : “Nauka i studia”. – NR 17 (85). – 2013 р. – С. 27–33.

11. Прийняття рішень в управлінні розгалуженими технологічними процесами : монографія / В. М. Дубовой, Г. Ю. Дерман, І. В. Пилипенко, М. М. Байас. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 216 с.

12. Pylypenko I. Information technology of decision-making in the management of branched-cyclic technological processes / V. Dubovoy, I. Pylypenko // Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції «Новости передовой науки – 2013» : тези доповідей. – Софія «Бял ГРАД-БГ» ООД, 2013. – Том 56. – С. 11–13.

13. Пилипенко І. В. Архітектура інформаційної технології прийняття рішень при управлінні розгалужено-циклічними технологічними процесами / В. М. Дубовой, І. В. Пилипенко // Матеріали 15-ї Міжнародної науково-технічної конференції SAIT 2013, Київ, 27-31 травня 2013 р. : тези доповідей. – К. : ННК “ІПСА” НТУУ “КПІ”, 2013. – С. 425–426.

14. Пилипенко І. В. Оценка влияния синхронизации параллельных технологических операций на эффективность разветвляющегося процесса [Електронний ресурс] / В. М. Дубовой, М. М. Байас Сампедро, І. В. Пилипенко // Матеріали конференції «Автоматика – 2013» : тези доповідей. – Режим доступу до ресурсу : <http://conference.nuos.edu.ua/catalog/lectureDetail;jsessionid=c4bddf3f82e95e26085e3993da0f?lectureId=20957&conferenceId=19968&isProjectorView=false>.

15. Пилипенко І. В. Использование адаптивной модели в системе управления разветвляющимся технологическим процессом [Електронний ресурс] / В. М. Дубовой, А. В. Гедз, І. В. Пилипенко // Матеріали конференції «Автоматика – 2013» : тези доповідей. – Режим доступу до ресурсу : <http://conference.nuos.edu.ua/catalog/lectureDetail;jsessionid=c4bddf3f82e95e26085e3993da0f?lectureId=21065&conferenceId=19968&isProjectorView=false>.

16. Пилипенко І. В. Використання марковської моделі в системі управління циклічним розгалуженим технологічним процесом / В. М. Дубовой, І. В. Пилипенко // Матеріали Четвертої міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія», м. Вінниця, 28-30 травня 2014 року : тези доповідей. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – С. 19–20.

17. Пилипенко І. В. Prediction of the reasonable number of repetitions for the cyclic technological process / В. М. Дубовой, І. В. Пилипенко, Р. С. Стець // Матеріали XII міжнародної конференції «Контроль і управління в складних системах (КУСС-2014)», м. Вінниця, 14-16 жовтня 2014 року : тези доповідей. – Вінниця : ВНТУ. – 2014. – С. 40.

18. Пилипенко І. В. Прогнозування тривалості процесу тестування програмного забезпечення / І. В. Пилипенко // Матеріали 18-ї Міжнародної науково-технічної конференції SAIT 2016, Київ, 20 травня – 2 червня 2016 р. : тези доповідей. – К. : ННК “ІПСА” НТУУ “КПІ”, 2016. – С. 241–242.

19. Пилипенко І. В. Комп’ютерна програма «Програма для автоматизації технологічного процесу виробництва цукрового печива» / І. В. Пилипенко // Свідоцтво на реєстрацію авторського права на твір №38791. – К. : Державний департамент інтелектуальної власності України. – Дата реєстрації: 23.06.2011 р.

20. Пилипенко І. В. Комп’ютерна програма «Комп’ютерна система прогнозування часу виконання технологічного процесу хімічної чистки». / І. В. Пилипенко // Свідоцтво на реєстрацію авторського права на твір №38789. – К. : Державний департамент інтелектуальної власності України. – Дата реєстрації: 23.06.2011 р.

21. Пилипенко І. В. Комп’ютерна програма «Прогнозування доцільної кількості циклів при виконанні циклічного технологічного процесу» / І. В. Пилипенко, Г. Ю. Дерман, Р. С. Стець // Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №58457. – К. : Державний департамент інтелектуальної власності України. – Дата реєстрації: 05.02.2015 р.

АНОТАЦІЯ

Пилипенко І. В. Прийняття рішень при управлінні розгалужено-циклічними технологічними процесами. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології. – Вінницький національний технічний університет, Вінниця, 2016.

Метою дисертаційної роботи є підвищення ефективності розгалужено-циклічних технологічних процесів на основі інформаційної технології прийняття рішень при управлінні розгалужено-циклічними технологічними процесами. Для досягнення поставленої мети в дисертації розв’язуються такі основні задачі: аналіз методів та інформаційних технологій управління розгалужено-циклічними технологічними процесами; розробка моделі розгалужено-циклічного технологічного процесу в умовах невизначеності; удосконалення методу оцінювання ризику прийняття рішень при управлінні розгалужено-циклічними технологічними процесами; розробка методу прогнозування доцільної кількості повторень циклічного технологічного процесу; розробка алгоритмів і програм інформаційної технології прийняття рішень при управлінні розгалужено-циклічними технологічними процесами; практична реалізація і застосування інформаційної технології.

Ключові слова: інформаційна технологія, прийняття рішень, розгалужено-циклічні технологічні процеси, оцінювання ризику, управління, невизначеність.

АННОТАЦИЯ

Пилипенко И. В. Принятие решений при управлении разветвленно-циклическими технологическими процессами. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.06 – информационные технологии. – Винницкий национальный технический университет, Винница, 2016.

Диссертация посвящена повышению эффективности разветвлено-циклических технологических процессов на основе информационной технологии принятия решений при управлении разветвленно-циклическими технологическими процессами. Для достижения поставленной цели в диссертации решаются следующие основные задачи: анализ методов и информационных технологий управления разветвленно-циклическими технологическими процессами; разработка модели разветвленно-циклического технологического процесса в условиях неопределенности; усовершенствование метода оценки риска принятия решений при управлении разветвленно-циклическими технологическими процессами; разработка метода прогнозирования целесообразного количества повторений циклического технологического процесса; разработка алгоритмов и программ информационной технологии принятия решений при управлении разветвленно-циклическими технологическими процессами; практическая реализация и применение информационной технологии.

Ключевые слова: информационная технология, принятия решений, разветвленно-циклические технологические процессы, оценка риска, управление, неопределенность.

ABSTRACT

Pylypenko I. V. Decision-making in the management of branched-cyclic technological process. – Manuscript.

Thesis for the scientific degree of the Candidate of Technical Sciences in speciality 05.13.06 – Information Technology. – Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, 2016.

Dissertation work is devoted to increase of efficiency of branched-cyclic technological processes based on information technology of decision-making in the management of branched-cyclic technological process. The actual problem of modeling of cyclic branched technological process is considered including uncertainty of number of cycle's repetitions according to parameters of cycle's operations from parameters and characteristics of previous ones.

For the first time the model of management of branched-cyclic technological processes is developed based on undefined cyclic graphs and inhomogeneous Markov chains, which allows to increase the adequacy of the model of management of branched-cyclic technological processes and reduce losses. The adequacy of the developed model is verified. The adequacy of the model is analyzed at the extreme values of the parameters:

the number of cycles and the influence factor of the previous state to the next state. Results showed that developed Markov model can be considered adequate on limit values of the input parameters.

The method of risk assessment of decision-making in the management of branched-cyclic technological process is improved, which differs from the existing methods by using a combination of statistical and fuzzy estimates of losses in the executing of technological process operations, that allows to extend the scope of the method.

The method for prediction a reasonable number of repetitions of the cyclic technological process was further developed, which is characterized by the sharing of non-homogeneous Markov model in conjunction with the operator method of modeling systems in conditions of uncertainty, which improves the quality of decisions and reduce the cost of implementation of the technological process. The developed method allows to predict the optimal number of cycles of process execution, which is an important component in the management of risks in technological processes of cyclic type.

On the basis of the developed models and methods algorithms of information technology of decision-making in the management of branched-cyclic technological processes are implemented. The algorithm for risk assessment of decision-making in the management of branched-cyclic technological process is developed. The algorithm for prediction a reasonable number of repetitions of cyclic process technological process is developed. Theoretical investigations allow to practically implement the developed algorithms.

Software of information technology of decision-making in the management of branched-cyclic technological processes is developed.

Results of research were used in the educational process of VNTU in lectures and a practical training at the course “Identification and modeling of technological objects”. Results of research were also used at the Spilna Sprava enterprise at improvement of software testing process. The following results of dissertation work are used: the method of prediction a reasonable number of repetitions of cyclical technological process; the algorithm of risk assessment for decision-making in the management of branched-cyclic technological process; the algorithm of prediction a reasonable number of repetitions of cyclical technological process.

Developed programs of information technology ware used in the process of software testing. Prediction of software testing time was implemented using developed methods. The analysis of the effectiveness of information technology is implemented through a comparative analysis of the results of experiments carried out on the process of software testing. The effect of implementation is to reduce the cost of excessive testing as a result of bad decisions on control operations and to improve the quality of software. Results suggest that using of developed software of information technology significantly affects to the performance of the software testing process.

Keywords: information technology, decision-making, branched-cyclic technological processes, risk assessment, management, uncertainty.

Підписано до друку 26.10.2016 р. Формат 29,7×42¼
Наклад 100 пр. Зам. №
Віддруковано в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі
Вінницького національного технічного університету
Вінниця, вул. Хмельницьке шосе, 95. Тел. 59-81-59.