

## ДОДАТОК А

## Лістинг

Файл \_\_ . . :

```

chcp 1251
rem Получение данных для одного файла
rem для поддержки связывания времени выполнения
SetLocal EnableExtensions EnableDelayedExpansion
rem Имя вызываемого файла
set FILENAME=%1
echo %FILENAME%
rem Имя нормализованного файла
set NORM_FILENAME=%FILENAME%
set NORM_FILENAME=%NORM_FILENAME:.txt=_normal.txt%"
rem Полный путь к time_series.exe
set TSEXE=%FULLPATH%%TSEXEPATH%
echo %TSEXE%
rem Полный путь к исполняемому файлу
set FULLDATAPATH=%FULLPATH%%DATAPATH%%FILENAME%"
set NORMDATAPATH=%FULLPATH%%DATAPATH%%NORM_FILENAME%
echo %DATAPATH%
rem Рисуем график исходной последовательности
if %WITHGRAPH% == 1 (
%FULLPATH%%DRAWGRAPHPATH% -d %FULLDATAPATH%
)
set SAVEPAA=1
rem внешний цикл по размеру алфавита
rem (для первого значения построим все варианты PAA,
потом PAA мож
но не сохранять)
rem внутренний цикл по размеру PAA (во сколько раз
уменьшаем разме
рность)
for %%k in (5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50) do (
for %%j in (1, 5, 10, 15, 20, 23, 25, 30, 40, 50) do (
%TSEXE% --pointsinpaa %%j --alphabetsize %%k --
timeseriespath %
FULLDATAPATH% --savepaa !SAVEPAA!
if %WITHGRAPH% == 1 (
%FULLPATH%%DRAWGRAPHPATH% -d %NORMDATAPATH% -p
"PAA_%%j_points
.txttgraph"

```

```

)
set SAVEPAA=0

TSClassifier.exe

SET MYPROGDIR="../../../Release/tsclassifier.exe"

for %%j in (1, 5, 10, 15, 20, 23, 25, 30, 40,
50) do ( for %%s in (5, 10, 15, 20, 25, 30,
40, 50) do (
5   %MYPROGDIR% --classifier eepmulti --mode s --
      studysset "
      sax_%%j_points_%%s_letters_study.txt" --
      testset "sax_%%
      j_points_%%s_letters_test.txt" --lettdist
      "dist_%%s" -- alphabetsize %%s --dumpid3 --
      dumpclasses "#class:
      CYLINDER,#class:BELL,#class:FUNNEL."
)
)
)

```

и темпоральных деревьев решений

```

SET MYPROGDIR="../../../Release/tsclassifier.exe"
for %%j in (1, 5, 10, 15, 20, 23, 25, 30, 40,
50) do ( for %%s in (5, 10, 15, 20, 25, 30,
40, 50) do (
5   %MYPROGDIR% --classifier eepmulti --mode s --
      studysset "
      sax_%%j_points_%%s_letters_study.txt" --
      testset "sax_%%
      j_points_%%s_letters_test.txt" --lettdist
      "dist_%%s" -- alphabetsize %%s --dumplt --
      dumpclasses "#class:
      CYLINDER,#class:BELL,#class:FUNNEL."
)
)
)

```

Для проверки алгоритма построения деревьев решений  
нужно запустить bat-файл следующего вида:

```
SET MYPROGDIR="noisestudy.exe"
```

```
for %%j in (1, 5, 10, 15, 20, 23, 25, 30, 40,  
50) do ( for %%s in (5, 10, 15, 20, 25, 30,  
40, 50) do (  
5    %MYPROGDIR% --classifier eepmulti --mode s --  
    studyset "  
        sax_%%j_points_%%s_letters_id3.data" --testset  
        "sax_%% j_points_%%s_letters_id3.test" --  
        lettdist "dist_%%s" -- alphabetsize %%s  
  
    )  
)
```

ДОДАТОК Б  
Слайди презентації

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
РАДІОЕЛЕКТРОНИКИ

Кафедра ПІ

Атестаційна робота  
магістра

**Дослідження методів побудови  
інформаційних систем підтримки  
прийняття рішень реального часу**

Виконав  
ст.гр. ПЗСзм-18-1  
Мерчанський Є.В.

Науковий керівник  
проф. Дудар З.В.

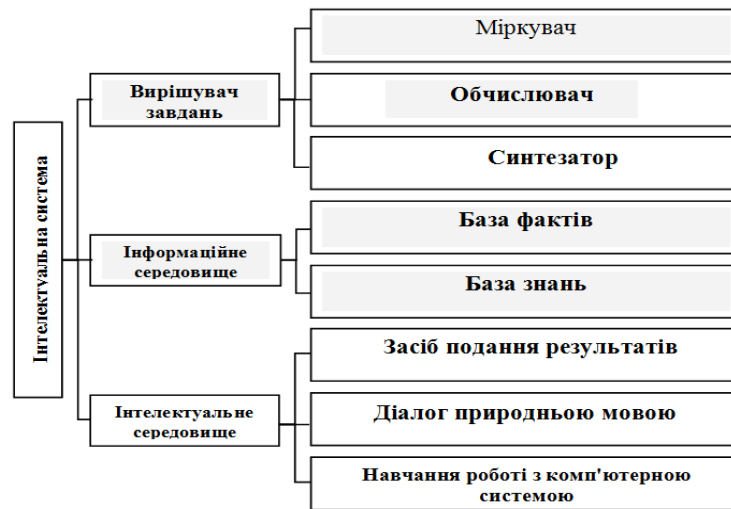
1 1

**Мета роботи**

- **Об'єктом** дослідження є складні ДС, для моніторингу й керування якими використовуються ДІС типу ІСППР РЧ. Такі системи являють собою сукупність взаємодіючих компонентів, кожний з яких у будь-який момент часу перебуває в деякому стані.
- **Метою роботи** є розробка методів і відповідних програмних засобів, що дозволяють створювати ІМ складних ДС, для керування й моніторингу яких використовуються ДІС типу ІСППР РЧ, на основі темпоральної модифікації РМП.

1 2

## Підходи до розробки динамічних інтелектуальних систем



3

Формально ІСППР РЧ семіотичного типу може бути задана набором [6, 22]:

$$SS = \langle M, R(M), F(M), F(SS) \rangle,$$

де:  $M \equiv \{M_1, M_2, \dots, M_n\}$  – множина формальних або логіко-лінгвістичних моделей, що реалізують певні інтелектуальні функції;

$R(M): S \rightarrow M$  – множина правил вибору необхідної моделі або сукупності моделей у поточній ситуації, де  $S$  – множина можливих станів (яке може бути й відкритим), або деяка множина узагальнених ситуацій, наприклад, штатних, аномальних або аварійних, при влученні в які відбувається зміна моделі;

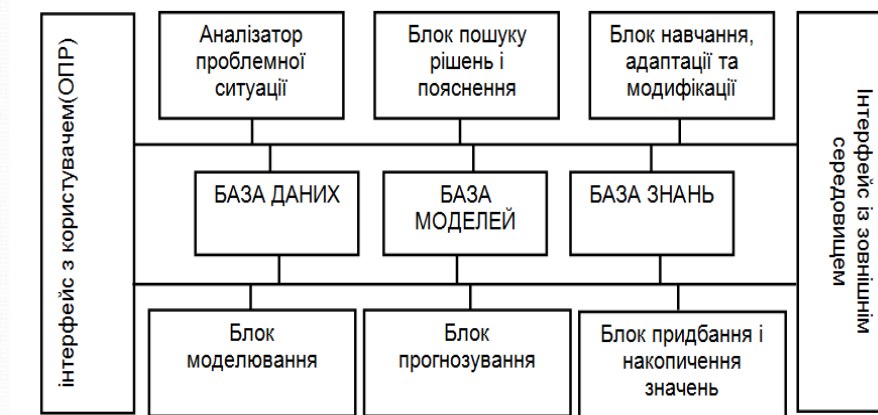
$F(M) \equiv \{F(M_1), F(M_2), \dots, F(M_n)\}$  – множина правил модифікації моделей  $M$ .

$F(SS)$  – правило модифікації властиво системи  $SS$  – її базових конструкцій  $M, R(M), F(M)$  і, можливо, самого правила  $F(SS)$ ;

$F(SS)$  реалізує ряд відображень  $S' \times M \rightarrow M', S' \times R(M) \rightarrow R'(M), S' \times F(M) \rightarrow F'(M), S' \times F(SS) \rightarrow F'(SS)$ , де  $S' \cap S = \emptyset$ , тобто правила модифікації даного типу використовуються в ситуаціях, коли наявних множин моделей, правил вибору й правил модифікації недостатньо для пошуку рішень у сформованій проблемній ситуації  $S'$ . Для модифікації  $F(SS)$  можуть бути використані як внутрішні засоби, так і зовнішні метазнання, що відбивають прагматичний аспект проблемної ситуації.

4

## Узагальнена архітектура ІСППР РЧ



5

## Постановка задач дослідження

ДС розглядаються, насамперед, як інформаційні системи, тому на узагальненому рівні можна виділити наступні процеси:

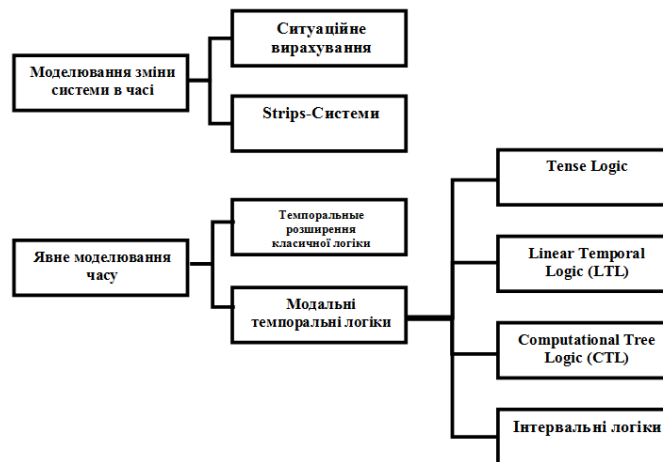
- введення інформації із зовнішніх або внутрішніх джерел;
- обробка вхідної інформації й представлення її в зручному для моделювання виді;
- вивод інформації для представлення ОПР або передачі в іншу систему;
- зворотний зв'язок – передача інформації, переробленої людьми або іншою системою, для корекції вхідної інформації й рекомендованих рішень.

Найчастіше немає необхідності в створенні повної докладної моделі всієї ДС – для дослідження певного процесу досить побудувати модель взаємодії декількох компонентів системи, залучених у цей процес.

- Для реалізації підсистеми моделювання, що дозволяє аналізувати й верифікувати складні ДС, пропонується розробити базову ІМ – з метою наступного включення створеної моделі до складу ІСППР РЧ.

6

## Методи представлення часу в складних ДС



7

## Характеристики математичних моделей

для НІМ процесів у складних ДС:

- комбінація функціонального й структурного підходів;
- візуальна виразність;
- підтримка роботи з темпоральними залежностями обох типів – кількісними і якісними;
- можливість використання засобів темпоральної логіки;
- можливість об'єднання моделей фрагментів системи для комплексного аналізу.
- Однією з найбільш важливих вимог є можливість структурного представлення моделі, тому пропонується орієнтуватися на формальний апарат на основі графів – графоорієнтованого засобу моделювання, що підтримують також візуальну виразність.
- У якості базового формалізму розглянемо кінцеві автомати, часові автомати й мережі Петрі.

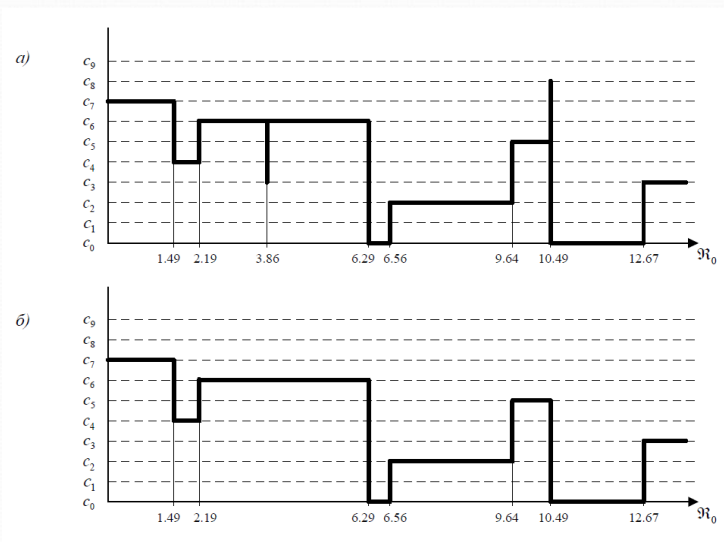
8

## Апарат РМП

- Для створення ефективних ІМ процесів функціонування ДС необхідно визначити формалізм, на основі якого буде проводитися моделювання.
- За результатами досліджень, прийняте рішення про використання в якості базового формалізму апарата РМП, що має гарні засоби візуалізації.
- Пропонується модифікація цього апарата, що дозволяє ефективно працювати з темпоральною інформацією при моделюванні ДС, а також методи аналізу й верифікації моделей, розроблених на основі пропонованого формалізму

9

## Приклад реалізації процесу



10



## Модифікація РМП РЧ із підтримкою якісних темпоральних залежностей

Для розширення можливостей і більш ефективного використання РМП РЧ як основи для моделювання процесів у складних ДС і включення відповідних моделей до складу ДІС типу ІСППР РЧ необхідно

- розв'язати проблему представлення й оперування якісними темпоральними залежностями.
  - Пропонується розширити апарат РМП РЧ, додавши можливість використовувати асоційовані з місцями мережі темпоральні інтервали й засоби висновку на основі ТЛА.
- Існує дві причини зміни маркування РМП РЧ:
- спрацювання переходу  $t$  ;
  - перебіг часу – поступове зменшення значення кожної часової мітки на фіксовану величину, поки не з'явиться перехід, який може спрацювати

11

Перехід  $t$  є дозволим (допустимий) (може спрацювати) у стані в  $m$  підстановці  $\beta$  тоді і тільки тоді, коли одночасно виконуються наступні умови:

$$Q(t, \beta, m) \cong (\forall p \in P) (\langle p, t \rangle \in \dot{F} \supset (\varepsilon_{\tau}(\langle p, t \rangle)_{\beta} \subseteq \mu(p) \wedge \varepsilon_{\tau}(\langle p, t \rangle)_{\beta} \leq -\dot{\tau}(p)) \wedge \langle t, p \rangle \in \dot{F} \supset \dot{\tau}(p) \leq 0 \wedge (\dot{\gamma}(t)_{\beta} = true).$$

В одному стані перехід може спрацювати по-різному, залежно від підстановки. Число можливих підстановок звичайне, оскільки звичайні як множина змінних  $V$ , так і множина фішок  $U$ . Для фіксованого стану мережі  $m$  позначимо множину усіх підстановок переходу  $t$ , в яких він допустимий, як-то:

$$Bind_t^m \cong \{\beta \mid \beta \in Bind_t, Q(t, \beta, m) = true\}.$$

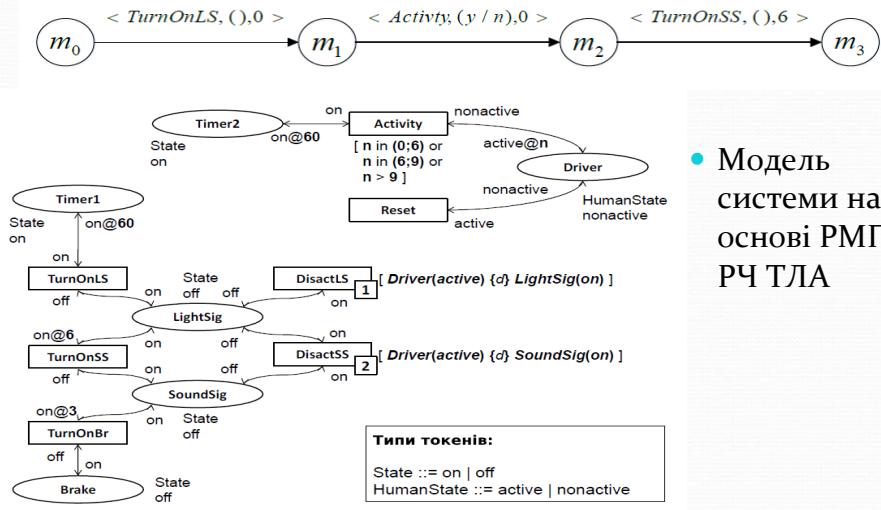
Задамо множину переходів, допустимих хоча б в одній підстановці:

$$EnT_m \cong \{t \mid t \in T, Bind_t^m \neq \emptyset\}.$$

Слід називати таку підмножину множиною неконфліктних переходів. Переходи однієї такої множини можуть спрацювати паралельно, оскільки не впливають на умови спрацювання інших переходів множини.

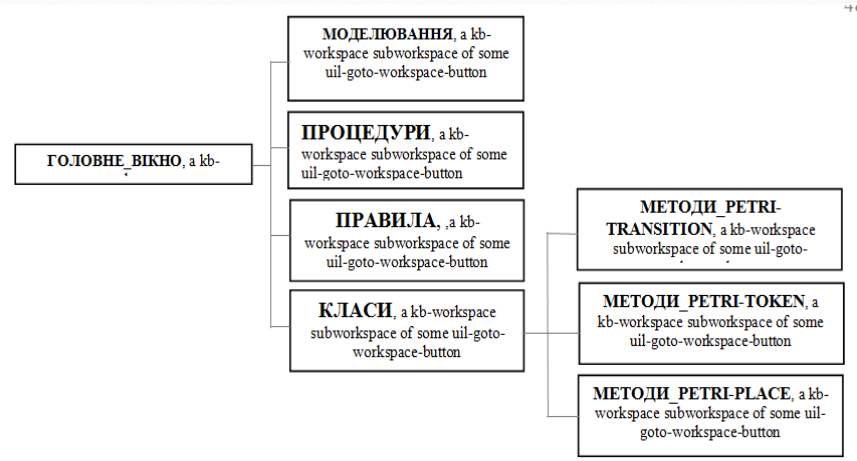
12

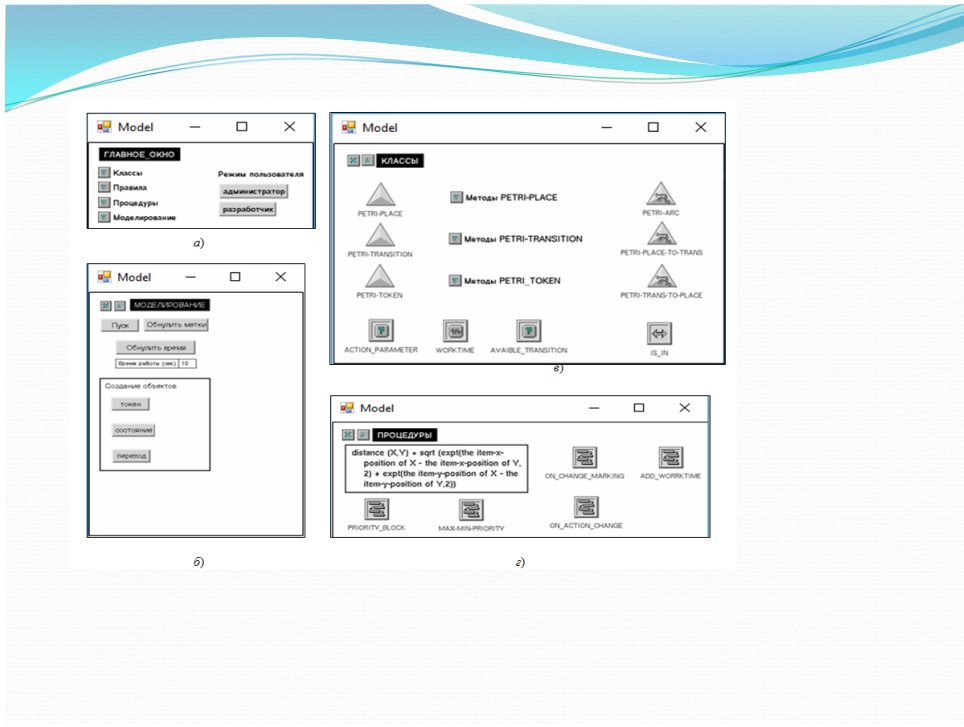
### Фрагмент графа досяжності



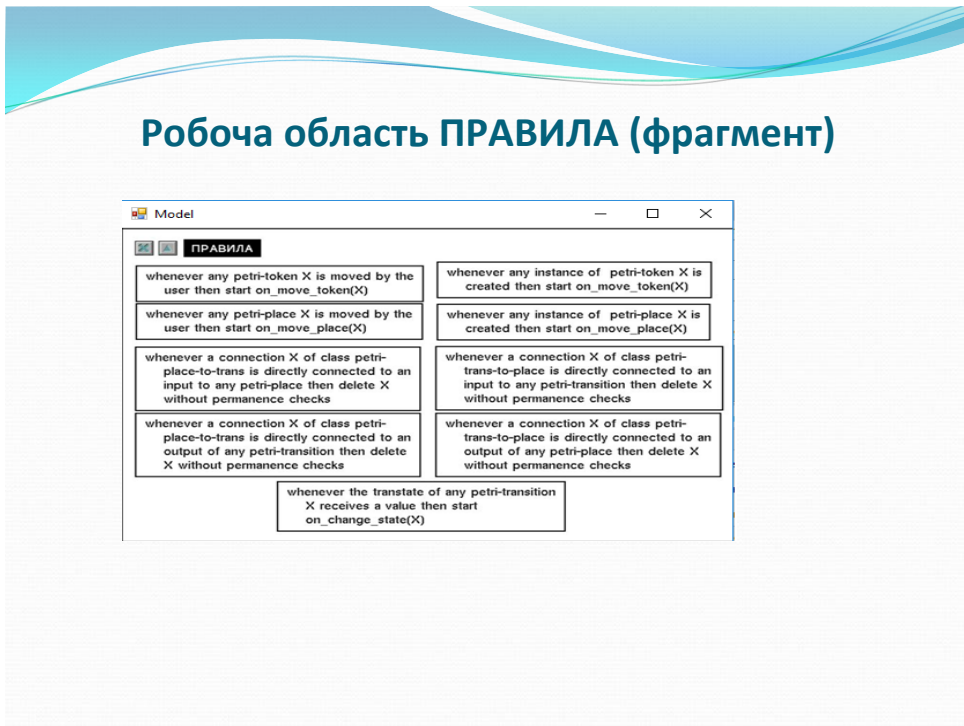
• Модель системи на основі РМП РЧ ТЛА

### Ієрархія робочих областей додатка





15



16

## Вікна налаштувань елементів мережі

- а) у режимі налаштувань місця
- б) у режимі налаштувань переходу;
- в) у режимі налаштувань дуги

а)

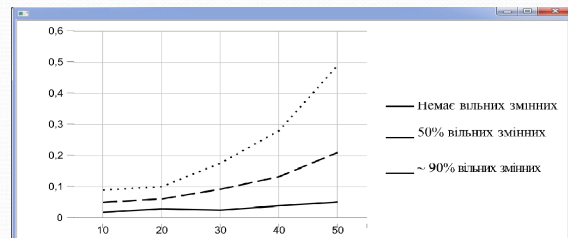
б)

в)

17

## Залежність часу виконання кроку моделювання від кількості неконфліктних переходів у мережі

- Тестування розроблених інструментальних засобів було проведено з використанням комплексу заздалегідь підготовлених прикладів.
- Більша частина цих прикладів являє собою штучні конструкції, що дозволяють перевірити коректність запропонованих алгоритмів функціонування ІМ на основі РМР РЧ ТЛА, зокрема, алгоритмів визначення допустимості переходу й дозволу переходів
- Проведене функціональне тестування



18

## Висновки

- Запропоновані методи аналізу й верифікації моделей ДС, створених на основі РМП РЧ ТЛА.
- Результати аналізу існуючих підходів до верифікації показали, що найбільш перспективним є алгоритм Model Checking, основною перевагою якого є можливість повної автоматизації доказу поведінкових властивостей системи.
- Обґрунтоване застосування підходу Model Checking для верифікації моделей процесів у ДС і запропонований алгоритм верифікації для ІМ на основі РМП РЧ ТЛА, орієнтований на використання в ІСППР РЧ.
- Виконана програмна реалізація розроблених методів і алгоритмів ІМ на основі РМП РЧ ТЛА: у середовищі G2 розроблений прототип інструментарію ІМ; у середовищі Microsoft Visual Studio розроблена версія програмного продукту, що дозволяє як автономно застосувати систему ІМ складних ДС, так і в складі ДІС типу ІСППР РЧ.
- Наведений опис архітектури розробленого інструментарію, реалізовані оригінальні алгоритми обчислень логічних функцій на основі виразів ТЛА.
- Результати тестування підтвердили доцільність застосування розробленого математичного й програмного забезпечення для моделювання процесів у складних ДС.
- Проведена експериментальна апробація розроблених методів і інструментальних програмних засобів:
- Розроблені засоби дозволяють формалізувати й спрощувати процес моделювання..

ДОДАТОК В  
Відгук і рецензії

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ  
Науково-навчальний центр заочної форми навчання

ВІГУК  
на атестаційну роботу магістра

Мерчанського Євгенія Вадимовича, гр. ПЗСзм 18-1

спеціальність 121 – *Інженерія програмного забезпечення*  
освітньо-професійна програма - «ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМ»  
Тема атестаційної роботи «Дослідження методів побудови інформаційних систем підтримки прийняття рішень реального часу»

Елементами наукової новизни та здійснення інновацій в умовах невизначеності вимог і ступінь складності розробки відповідає усім нормативним вимогам до магістерських робіт освітньо-професійної програми «програмне забезпечення систем», а саме: розробка алгоритмів інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень, ), включаючи найбільш складних їхніх представників – ІСППР реального часу при керуванні й моніторинзі складних динамічних систем – технічних (технологічних), транспортних, організаційних і інших – в умовах досить твердих часових обмежень і при наявності різного типу невизначеності у джерел інформації.

В якості основного результату слід відзначити, що в роботі обґрунтована можливість застосування підходу на основі Model Checking для верифікації моделей процесів у ДС і запропонований алгоритм верифікації ІМ на основі РМП РЧ ТЛА, орієнтований на використання в ІСППР РЧ.

Остаточний висновок щодо оригінальності роботи, враховуючи критерії оцінювання плагіату (п.4 Положення про протидію академічному плагіату в ХНУРЕ) – згідно звіту системи «Unicheck» ID перевірки: 1000752686 – робота є оригінальною (Схожість 1,87 %).

Магістрант гр. ПЗСзм-18-1 Мерчанський Євгеній Вадимович готовий до самостійної інженерної діяльності. Атестаційну роботу можна подати до захисту в ЕК за спеціальністю 121 – *Інженерія програмного забезпечення*, освітньо-професійною програмою *Програмне забезпечення систем*.

Керівник атестаційної роботи магістра

З.В. Дудар, професор кафедри ПІ



**Рецензія**

на атестаційну роботу магістра  
магістранта групи ПЗСзм-18-1 Мерчанського Євгенія Вадимовича  
спеціальність – 121- Інженерія програмного забезпечення  
Освітня програма Програмне забезпечення систем

Тема атестаційної роботи:

«Дослідження побудови інформаційних систем підтримки прийняття рішень реального часу»

Структура атестаційної роботи: пояснювальна записка 87 стор.; графічна частина 19 аркушів; програмне застосування (прикладна програма) 15 файла(ів) загальним обсягом 8000 Кбайт.

Наразі стійкий інтерес проявляється до методів розробки та аналізу імітаційних моделей складних динамічних систем. У якості базового формалізму для створення таких моделей, орієнтованих на використання в складі систем прийняття рішень реального часу, пропонується апарат на основі мереж Петрі. Попередній аналіз показав, що деякі модифікації, що використовують конструкції модульності й ієрархічності (так звані «мережі високого рівня») є перспективним базисом для таких моделей. Об'єктом дослідження магістерської роботи є складні динамічні системи реального часу. Такі системи являють собою сукупність взаємодіючих компонентів, кожний з яких у будь-який момент часу перебуває в деякому стані.

Магістрант показав здатність формулювати власну думку, вміння чітко та зрозуміло проводити аналіз теоретичних матеріалів та на їх основі впроваджувати власні моделі та алгоритми.

Описані розрахунки мають вагомий практичний результат, що свідчить про достатньо високий науково-технічний рівень. Як результат була розроблена програмна модель, що ілюструє основні результати.

До недоліків атестаційної роботи слід віднести те, що недостатньо повно описан вибір математичних засад роботи.

Атестаційна робота магістранта гр. ПЗСзм-18-1 Мерчанського Євгенія Вадимовича відповідає вимогам до атестаційних робіт магістрів і заслуговує оцінки «добре (80)» і може бути представлена для захисту в ЕК.

**Рецензент:**

к.т.н., професор кафедри  
програмної інженерії



І.О. Шубін



**Рецензія**

на атестаційну роботу магістра  
магістранта групи ПЗСзм-18-1 Мерчанського Євгенія Вадимовича  
спеціальність – 121- Інженерія програмного забезпечення  
Освітня програма Програмне забезпечення систем

Тема атестаційної роботи:

«Дослідження побудови інформаційних систем підтримки прийняття рішень реального часу»

Структура атестаційної роботи: пояснювальна записка 87 стор.; графічна частина 19 аркушів; програмне застосування (прикладна програма) 15 файла(ів) загальним обсягом 8000 Кбайт.

У контексті аналізу процесів, що протікають у динамічних структурах, раціонально використовувати методи моделювання. Враховуючи слабку формалізованість «інтелектуальних» процесів, впливає при необхідності також прибігати до евристичних методів, підходів на основі експертних знань. Варто відзначити, що моделювання таїть у собі можливість прорахунків. Відповідно до мети, ст. Мерчанський С.В. застосував перспективний підхід, що базується на інтеграції різних моделей, а саме, аналіз та удосконалення математичної моделі, аналіз можливих варіантів реалізації, проектування та створення методів та алгоритмів програмної системи.

Перевагами досліджуваних алгоритмів є: відсутність вимог до інформації про цільову функцію, здатність виходити з локальних оптимумів, низька ціна розробки й можливість інтеграції з іншими методами моделювання й оптимізації. В роботі створена програмна реалізація що ілюструє розроблені алгоритми.

Розглянуті джерела науково-технічної літератури, які слушно та в достатній мірі процитовані в тексті пояснювальної записки, та на їх основі зроблений висновок по розробці математичного апарату та програмного продукту. Пояснювальна записка оформлена грамотно, частини роботи збалансовані, добре представлена ілюстративна частина.

До недоліків можна віднести те, що в роботі не наведено конт-прикладів застосування РМП, зазначений недолік не впливає на загальну позитивну оцінку магістерської роботи.

Атестаційна робота магістранта гр. ПЗСзм-18-1 Мерчанського Євгенія Вадимовича відповідає вимогам до атестаційних робіт магістрів і заслуговує оцінки «добре (80)» і може бути представлена для захисту в ЕК.

Рецензент:  
д.т.н., завідувач кафедри  
штучного інтелекту



В.О. Філатов