

ЗМІСТ

Перелік скорочень	6
Вступ	10
Розділ 1. Аналіз сучасних методологій, методів і моделей розробки кіберфізичних виробничих систем	14
1.1 Концепція Industry 4.0 в технології ПоТ	14
1.2 Кіберфізичні системи та кіберфізичні виробничі системи в Industry 4.0	19
1.3 Industry 4.0 і кіберфізичні виробничі системи як засіб досягнення цілей Lean Production	27
1.4 Еталонна архітектура розробки кіберфізичних виробничих систем в моделях RAMI 4.0 (DIN SPEC 91345) и ISO-95	30
1.5 Модель CMMI в розробці кіберфізичних виробничих систем	41
1.6 Дослідження застосування сучасних життєвих циклів розробки програмного забезпечення для реалізації складних кіберфізичних виробничих систем	43
1.7 Аналіз застосування методології проектування інформаційних систем для розробки кіберфізичних виробничих систем	52
Розділ 2. Методи та модель процесу керування розробкою складних кіберфізичних виробничих систем	68
2.1 Архітектурно-логічна модель процесу керування розробкою кіберфізичних виробничих систем	68
2.2 Метод декомпозиції архітектурно-логічної моделі процесу керування розробкою кіберфізичних виробничих систем на початковому етапі	76
2.3 Розробка методів прийняття рішень на рівні фізичної складової CPPS	79
2.3.1 Розробка методу прийняття рішень на функціональному етапі	79

2.3.2 Розробка методу прийняття рішень на організаційно-технічному етапі	82
2.3.3 Розробка методу прийняття рішень на атомарному етапі	85
2.4 Розробка методів прийнять рішень на рівні кібернетичної складової CPPS	87
2.4.1 Розробка методу прийняття рішень на інфологічному етапі	87
2.4.2 Розробка методу прийняття рішень на інформаційному етапі	89
2.4.3 Розробка методу прийняття рішень на алгоритмічному етапі	91
2.4.4 Розробка методу прийняття рішень на рівні математичного опису елементарних завдань	98
2.5 Технологія процесу керування розробкою кіберфізичних виробничих систем	100
Розділ 3. Розробка системних моделей кіберфізичних виробничих систем	109
3.1 Групування методів розробки CPPS	109
3.2 Метод подання структурних системних моделей CPPS	111
3.3. Формалізація системних моделей.....	123
3.4 Метод синтезу алгоритмів функціонування CPPS	130
Розділ 4. Методи та моделі процесу керування розробкою кібернетичної складової CPPS	136
4.1. Аналіз вимог, які ставляться пред'являються до Smart Factory.....	136
4.2 Формалізація моделі ЖЦ процесу керування розробкою CPPS «Jump»	146
4.3 Метод синтезу візуальних компонентів і елементів структури в моделі ЖЦ процесу керування розробкою CPPS «Jump»	162
4.4. Формальне подання властивостей і подій форм, а також їх компонентів	195

Розділ 5. Розробка синтаксичної і семантичної моделі мови визначення й опису моделювання кіберфізичних виробничих систем	207
5.1 Розробка синтаксичної та семантичної мовної моделі ..	208
5.2 Розробка синтаксису метаопису подій	226
Розділ 6. Розробка системи автоматизації процесів керування розробкою кібернетичної складової та експериментальні дослідження	230
6.1. Структура системи автоматизації процесів керування розробкою кібернетичної складової CPPS	230
6.2. Обґрунтування вибору середовища розробки та мови високого рівня програмування.....	233
6.3. Обґрунтування вибору баз даних FireBird	233
6.4. Розробка логічної та фізичної моделі бази даних	235
6.5. Розробка системи автоматизації процесу керування розробкою кібернетичної складової CPPS	244
6.6 Розробка структури подання даних для створення прототипу графічного інтерфейсу CPPS	251
6.7. Експериментальні дослідження й аналіз отриманих результатів.....	259
Висновки	290
Список використаних джерел	293
Додаток А Граф приналежності	320
Додаток Б Фрагмент реалізації Linguistic Variable → Container Solution	322