

МОДЕЛЮВАННЯ ОНТОЛОГІЇ ДЛЯ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ПРОЄКТУВАННЯ FPGA

Проектування FPGA-плат вимагає комплексного розуміння взаємозв'язків між компонентами та їх характеристиками. Формалізація цих знань у вигляді онтології дозволяє створити основу для розробки експертних систем підтримки прийняття рішень при проектуванні. Актуальність дослідження обумовлена необхідністю систематизації експертних знань та автоматизації процесу проектування FPGA-плат [1].

Аналіз існуючих рішень показує, що більшість досліджень зосереджена на створенні онтологій для опису архітектури FPGA та проектування цифрових схем [2]. При цьому недостатньо уваги приділяється формалізації знань про фізичні компоненти FPGA-плат та їх взаємозв'язки. Наявні онтології здебільшого описують окремі аспекти проектування, такі як конфігурація FPGA або системи живлення [3].

Невирішеною частиною загальної проблеми є розробка комплексної онтологічної моделі предметної області проектування FPGA-плат, яка б охоплювала як функціональні, так і структурні аспекти та їх взаємозв'язки. Така модель необхідна для створення ефективних експертних систем підтримки прийняття рішень при проектуванні нових FPGA-плат.

При розробці онтологічної моделі предметної області проектування FPGA-плат було застосовано методологію побудови онтологій, що включає етапи ідентифікації понять, визначення властивостей та встановлення зв'язків між ними. В якості інструментарію використано середовище Protégé для створення та валідації онтології.

На етапі концептуалізації було виділено основні класи понять предметної області. Розглянемо базові класи та їх взаємозв'язки, що формують ядро онтології (рис. 1).

В процесі формалізації предметної області було виділено п'ять основних категорій знань: класи понять, предметні властивості, об'єктивні властивості, екземпляри та гіпотези. Для класу "FPGA Board" визначено підкласи за функціональним призначенням - стандартні та міні-плати, що відрізняються набором компонентів та можливостей.



Рисунок 1 - Основні класи онтології FPGA-плати

Ключовим елементом онтології є формалізація властивостей компонентів. Наприклад, для класу "Memory" визначено такі характеристики як "тип пам'яті", "об'єм", "площа", "виводи". В таблиці 1 наведено приклад формалізації предметних властивостей.

Таблиця 1 - Предметні властивості компонентів FPGA-плати

Властивість	Опис	Домен
hasCapacity	Об'єм пам'яті	Memory
hasFrequency	Тактова частота	Clock, FPGA
hasVoltage	Напруга живлення	FPGA board

Важливим аспектом розробленої онтології є формалізація функціональних залежностей між компонентами. На рисунку 2 представлено діаграму взаємозв'язків основних компонентів.

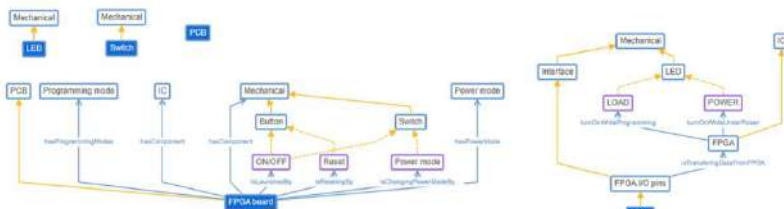


Рисунок 2 – Приклад діаграм взаємозв'язків основних компонентів

В онтології визначено правила та обмеження, що описують логічні залежності між компонентами. Наприклад, відсутність USB роз'єму вимагає наявності роз'єму живлення, а підтримка режиму AS вимагає наявності мікросхеми пам'яті. Формалізовано також кількісні характеристики та параметри компонентів у вигляді атрибутів відповідних класів.

Для валідації розробленої онтологічної моделі було проведено її тестування на прикладах реальних FPGA-плат різних виробників. В таблиці 2 наведено результати перевірки відповідності моделі для різних типів плат.

Таблиця 2 - Результати валідації онтологічної моделі

FPGA-плата	Клас	Підтверджені залежності	Виявлені особливості
DE0	Стандартна	12/12	Не підтримує USB живлення
Basys 3	Стандартна	10/10	Наявні аналогові rmod інтерфейси
CoreEP4CE6	Міні	6/6	Підтримує лише режим програмування JTAG

Розроблена онтологічна модель дозволяє формально описати всі ключові аспекти проектування FPGA-плат та може служити основою для створення експертної системи підтримки прийняття рішень. Модель забезпечує можливість логічного виведення на основі заданих правил та обмежень, що дозволяє автоматизувати процес перевірки коректності конфігурації компонентів при проектуванні нових плат. Модель включає 22 класи та підкласи, 30 типів предметних властивостей та 17 об'єктивних властивостей, що охоплюють як структурні, так і функціональні аспекти проектування. Практична значимість розробленої онтології підтверджена її успішною валідацією на прикладах шести різних FPGA-плат провідних виробників.

Перспективними напрямками подальших досліджень є розширення онтології для опису додаткових аспектів проектування, таких як термічні характеристики та електромагнітна сумісність компонентів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Gruber T. R. A translation approach to portable ontology specifications. Knowledge acquisition. 2013. №5(2). С. 199-220.
2. Yang J., Lei Y., Fan B., Yu M. An Ontology-Based Knowledge Modeling Approach for FPGA Design Knowledge Management. IEEE Access. 2020. Vol. 8. P. 18957-18968.

3. Adhau S., Vaidya O. S. Strategy planning for FPGA product development using fuzzy AHP approach. International Journal of System Assurance Engineering and Management. 2021. №12(1). P. 89-101.