

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОПРАЦЕСОРНЫХ МОДУЛЕЙ АРХИТЕКТУРЫ PicoBlaze У РАСПРАЦОУЦЫ НА FPGA

А. С. Лукашэвіч

Установа адукацыі «Гомельскі дзяржаўны тэхнічны ўніверсітэт
імя П. В. Сухого», Рэспубліка Беларусь

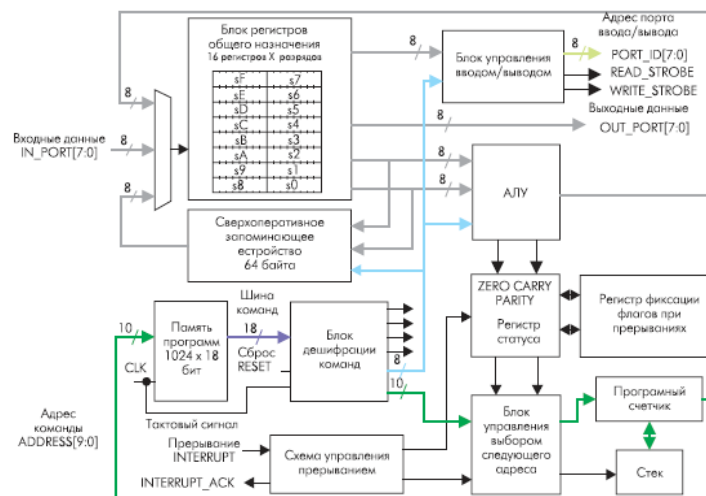
Навуковы кіраўнік Ю. В. Крышнёў

Сучасныя сямействы праграмаваных лагічных інтэгральных схем (ПЛИС) прадастаўляюць шырокія магчымасці для рэалізацыі праектаванай прылады на базе аднаго крышталю. Гэта абумоўлена ўкараненнем новых тэхналогій вытворчасці, якія дазваляюць значна павялічыць аб'ём лагічных і трасіровачных рэсурсаў крышталю. Пры выкананні распрацоўкі «сістэмы на крышталі» (System-on-Chip), якая рэалізуе ў адным корпусе ПЛИС функцыі працэсара і перыферычных прылад, мэтазгодна выкарыстоўваць гатовыя мікрапрацэсарныя ядры. Іх прымяненне дазваляе адчувальна скараціць працягласць цыклу праектавання распрацоўванай сістэмы.

Фірма Xilinx нароўні з выпускам новых сямействаў ПЛИС, якія вылучаюцца высокімі тэхнічнымі характарыстыкамі, прадастаўляе распрацоўнікам гатовыя адладжаныя модулі мікрапрацэсарных ядраў з рознай архітэктурай. У рамках праграмы AllianceCORE карыстальнікам даступныя ядры з архітэктурай шырока выкарыстоўваемых мікрапрацэсараў розных вытворцаў, такіх, як Z80 фірмы Zilog, PIC сямействаў 125x, 1655x, 165x фірмы Microchip, 8051 і інш. Акрамя таго, фірма Xilinx прапануе сямейства ядраў з арыгінальнай архітэктурай, аптымізаванай для рэалізацыі на аснове ПЛИС розных серый (Soft Processor). Да ліку такіх ядраў адносіцца сямейства PicoBlaze [1].

Элементы сямейства PicoBlaze ўяўляюць сабой канфігураваныя васьмі-разрадныя мікрапрацэсарныя ядры з Гарвардскай архітэктурай, якія прызначаны для выкарыстання ў праектах ўбудаваных сістэм, што рэалізуюцца ў ПЛИС фірмы Xilinx. Характэрнай асаблівасцю Гарвардскай архітэктурі з'яўляецца прымяненне асобных шын для перадачы даных і каманд.

Архітэктурна мікрапрацэсарнага ядра PicoBlaze, які рэалізуецца на аснове ПЛИС сямействаў Spartan-3, Virtex-II і Virtex-II PRO, дадзена на мал. 1.



Мал. 1. Архітэктурна мікрапрацэсарнага ядра PicoBlaze, які рэалізуецца на аснове ПЛИС сямействаў Spartan-3, Virtex-II і Virtex-II PRO

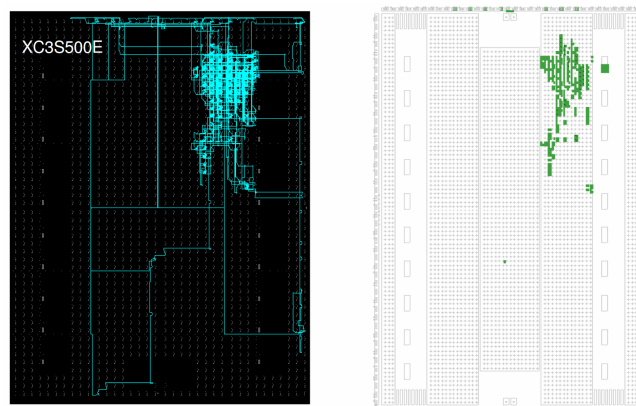
У склад сямейства PicoBlaze ўваходзяць чатыры варыянты мікрапрацэсарных ядраў, кожны з якіх прызначаны для рэалізацыі ў ПЛІС адпаведных серый. Першы, базавы варыянт ядра PicoBlaze быў распрацаваны для прымянення ў крышталях сямействаў Spartan-II, Spartan-III, Virtex і Virtex-E. Другі варыянт, які мае больш шырокія магчымасці і падвышаную прадукцыйнасць ў параўнанні з базавым, скіраваны перш за ўсё на выкарыстанне ў крышталях сямейства Virtex-II. Ён таксама можа быць рэалізаваны ў складзе праектаў, якія выконваюцца на аснове ПЛІС серый Virtex-IIPRO і Virtex-4. Трэцяя мадыфікацыя ядра, якая ўяўляе сабой вынік далейшага развіцця двух першых варыянтаў, стваралася для распрацоўкі ўбудаваных мікрапрацэсарных сістэм, што рэалізуюцца ў ПЛІС сямейства Spartan-3. Акрамя таго, гэтая версія мікрапрацэсарнага ядра можа выкарыстоўвацца таксама ў складзе праектаў сістэм, што выконваюцца на аснове ПЛІС сямействаў Spartan-3E, Spartan-3L, Virtex-II, Virtex-IIPRO, Virtex 4 і Virtex 5. Найбольш кампактная мадыфікацыя мікрапрацэсарнага ядра PicoBlaze прызначана для прымянення ў праектах, што рэалізуюцца на аснове крышталей сямейства Cool Runner™-II, якая адрозніваецца ад іншых серый ПЛІС CPLD, фірмы Xilinx высокай хуткадзейнасцю, нізкай спажыванай магутнасцю і наяўнасцю мікрасхем з досыць вялікім аб'ёмам лагічных рэсурсаў.

Тактавая частата, з якой функцыянуюць ядра разгляднага сямейства, і адпаведна іх прадукцыйнасць залежыць ад сямейства ПЛІС, абранага для іх рэалізацыі. Значэнне тактавай частоты можа дасягаць 116 МГц, а прадукцыйнасць – 40–70 MIPS у залежнасці ад канкрэтнага тыпу выкарыстоўванага крышталя.

Асноўныя характарыстыкі версіі ядра PicoBlaze [2], [3], якая ўжываецца на ПЛІС сямействаў Spartan-3, Virtex-IIPRO і Virtex-4:

- разраднасць шыны адрасоў – 10 біт;
- разраднасць шыны каманд – 18 біт;
- блок рэгістраў агульнага прызначэння складаецца з 16 васьміразрадных рэгістраў;
- блок звышаператыўнай АЗП – 64 байта;
- аб'ём убудаванага ППЗУ мікрапраграм на аснове блокавай памяці ПЛІС Block SelectRAM – 1024 × 18 разрадаў;
- сістэма каманд складаецца з 57 інструкцый;
- глыбіня стэка – 31 узровень;
- прадукцыйнасць – 43–66 MIPS (у залежнасці ад тыпу і класа хуткадзейнасці выкарыстоўванага крышталя).

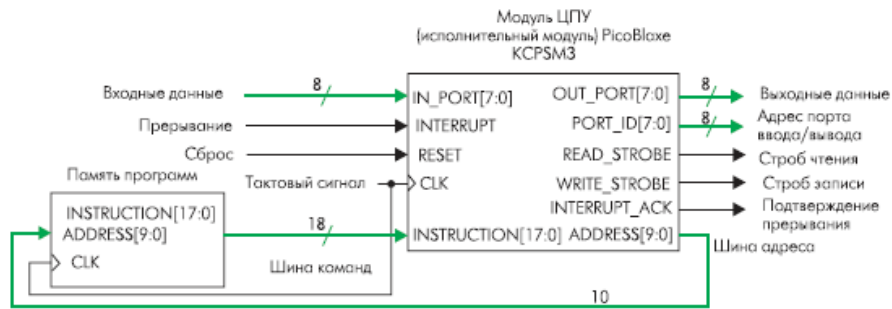
Схема лагічных перамычак праекта, распрацаванага пад ПЛІС для мікрапрацэсарнага ядра PicoBlaze паказана на мал. 2.



Мал. 2. Схема лагічных перамычак праекта, распрацаванага пад ПЛІС для мікрапрацэсарнага ядра PicoBlaze

Для распрацоўкі праграм для PicoBlaze фармуецца праграмны код з выкарыстаннем каманд і дырэктыв асэмблера, якія падтрымліваюцца абраным ядром. Затым напісаны код пры дапамозе праграмы-асэмблера трансліуецца ў файлы, якія змяшчаюць апісанне праграмнай памяці ядра на языках, падтрымоўваных сродкамі праектавання Xilinx для далейшай іх загрузкі на ПЛИС.

Абагульненая структура мікрапрацэсарнага ядра PicoBlaze, які рэалізуецца на аснове ПЛИС сямействаў Spartan-3, Virtex-II і Virtex-II-Pro, дадзена на мал. 3.



Мал. 3. Абагульненая структура мікрапрацэсарнага ядра PicoBlaze, які рэалізуецца на аснове ПЛИС сямействаў Spartan-3, Virtex-II і Virtex-II-Pro

Выкарыстанне праграмных ядраў, як PicoBlaze, значна спрашчае распрацоўку і праектаванне ўбудаваных сістэм на аснове ПЛИС, пашырае магчымасці праектавання на дадзеных прыладах. Падтрымка шырокага спектру практык праграмавання, высокая хуткасць апрацоўкі даных на ўзроўні загадзя спраектаваных плат ASIC, магчымасць хуткага перапраграмавання – ўсё гэта робіць ПЛИС прывабным не толькі для выдатных распрацоўшчыкаў, але і для невялікіх наватарскіх канструктарскіх бюро, якія дзякуючы ўсім перавагам ПЛИС застаюцца жыццяздольнымі.

Паўсюднае прымяненне знаходзяць ПЛИС ў распрацоўцы сістэм рознай складанасці на аснове аднаго крышталю (SoC, System-On-Chip), прыладах апрацоўкі радыё-, аўдыё- і відэа-сігналаў, вылічальнай тэхнікі, крыптамайнінгу, тэхнікі, якая мае вялікую (звыш 1000) колькасць вывадаў, рэалізацыі нейронавых сетак і нейрачыпаў, ўбудаваных сістэмах аўтамабільнай і сельскагаспадарчай тэхнікі.

Літаратура

1. PicoBlaze. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/PicoBlaze>. – Дата доступа: 17.06.2022.
2. PicoBlaze – семейство восьмиядерных микропроцессорных ядер, реализуемых на основе ПЛИС фирмы. – Режим доступа: http://www.compitech.ru/html.cgi/arhiv/03_04/-stat_194.htm. – Дата доступа: 17.06.2022.
3. Особенности микропроцессорного ядра PicoBlaze, предназначенного для применения в проектах, реализуемых на основе ПЛИС семейств Spartan-3, Virtex-II и Virtex-II-Pro. – Режим доступа: <https://kit-e.ru/fpga/osobennosti-mikroprocessornogo-yadra-picoblaze-prednaznachennogo-dlya-primeneniya-v-proektah-realizuemyh-na-osnove-plis-semejstv-spartan-3-virtex-ii-i-virtex-ii-pro/>. – Дата доступа: 17.06.2022.
4. Зотов, В. Ю. Проектирование встраиваемых микропроцессорных систем на основе ПЛИС фирмы XILINX / В. Ю. Зотов. – М. : Горячая линия – Телеком, 2006. – 520 с.