

## АҚИЛЛИ ҚУРИЛМАЛАР ЯРАТИШДА РАҚАМЛИ СИГНАЛ ПРОЦЕССОРЛАРДАН УНУМЛИ ФОЙДАЛАНИШ УСУЛЛАРИ

**Турдиматов Мамиржон Мирзаевич**

Мухаммад аль-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети  
Фарғона филиали “Ахборот хавфсизлиги” кафедраси доценти

**Минаматов Юнусали Эсоналиевич**

Мухаммад аль-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети  
Фарғона филиали “Ахборот технологиялари” кафедраси магистри

**Қодиралиев Рохатали Иномжон ўғли**

Мухаммад аль-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети  
Фарғона филиали “Компьютер инжиниринг” йўналиши талабаси

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7336445>

**Аннотация.** Ушбу мақолада ақилли қурилмаларни дастурий таъминоти, улар учун тадқиқ этилаётган рақамли сигнал процессорлар қуввати, тезлиги, индивидуал хусусиятларини баҳолаш ва уларни қўллаш принциплари тадқиқи ўрганилган.

**Калит сўзлар:** рақамли сигнал, процессор, микропроцессорлар, дастурлаш, ассемблер, алгебраик, амаллар, рақамлаштириши, сигнал, рақамли-аналог, конвертор, процессор архитектураси, интерфейс.

## МЕТОДЫ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОРОВ ПРИ СОЗДАНИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

**Аннотация.** В данной статье изучается программное обеспечение интеллектуальных устройств, а также мощность, быстроедействие, оценка индивидуальных характеристик исследуемых для них цифровых сигнальных процессоров, исследование принципов их применения.

**Ключевые слова:** цифровой сигнал, процессор, микропроцессоры, программирование, ассемблер, алгебраические операции, оцифровка, сигнал, цифро-аналоговый, преобразователь, архитектура процессора, интерфейс.

## METHODS FOR THE EFFECTIVE USE OF DIGITAL SIGNAL PROCESSORS IN CREATING INTELLIGENT DEVICES

**Abstract.** This article studies the software of intelligent devices, as well as the power, speed, assessment of the individual characteristics of the digital signal processors studied for them, and the study of the principles of their application.

**Keywords:** digital signal, processor, microprocessors, programming, assembler, algebraic operations, digitization, signal, digital-to-analog, converter, processor architecture, interface.

## КИРИШ

Хозирги замонавий техникаларни ривожини ақилли қурилмаларсиз тасаввур қилиш қийин эмас, шунинг учун индивидуал хусусиятга эга бўлган рақамли сигнал процессор(РСП)ини ишлашини баҳолаш учун унинг турли хусусиятларини ўлчаш ва таққослаш муаммосини ҳал қилишга тўғри келади.

Масалан, гибрид РСПлар одатда микроконтроллер ва рақамли сигнал процессорининг функцияларини бирлаштирган махсус қурилмалар сифатида ишлатилади. Одатда, бундай маҳсулотлар битта функцияни бажариш учун мўлжалланган - масалан,

реал вақтда электр моторларини ёки бошқа объектларни бошқариш учун. Уларни қўллашнинг яна бир кенг соҳаси ҳозирда мобил телефония бўлиб, у ерда илгари иккита процессор ишлатилган - бири қурилма функцияларини (дисплей, клавиатура) бошқариш учун оддий, иккинчиси эса овозли сигналларни қайта ишлаш учун (кодлаш ва бошқалар).

## ТАДҚИҚОТ МАТЕРИАЛЛАРИ ВА МЕТОДОЛОГИЯСИ

Тадқиқот натижаларига кўра амалда РСПлари ишлаш принципларига асосланган ҳолда тадбиқ этилади. Шунинг учун умуман олганда, РСПларни мақсадларига кўра икки гуруҳга бўлиш мумкин:

- Умумий РСП;
- Муаммога йўналтирилган РСПлар.

"Муаммоларни йўналтириш" одатда қўшимча буйруқларни эмас, балки ўрнатилган махсус ташқи қурилмалар тўпламини назарда тутди.

Мисол учун, моторларни бошқариш учун мўлжалланган РСП-лар чипли PWM сигнал генераторларини, саноат соҳасида эса LAN контроллерларини ва бошқаларни ўз ичига олиши мумкин. Овозли сигналларни қайта ишлаш учун ишлатиладиган процессорлар кўпинча битни бошқариш блоклари ва хатоларни тузатиш процессорларини ўз ичига олади[3,4]. Рақамли фото ва видео камералар MPEG1, MPEG4, JPG, MP3, AAS ва ҳоказо кодлаш/декодлаш модуллари билан РСП-лардан фойдаланади[1,2].

Рақамли сигнал процессорларни дастурлаш учун одатда иккита тилдан бири қўлланилади - ассемблер ва С. РСП ассемблерларининг асосий хусусиятлари аънанавий микропроцессор тиллари билан бир хил ва умуман, қуйидагича таърифланиши мумкин:

- Ассемблер тили машинага мўлжалланган, яъни процессорларнинг ҳар бир оиласи бошқа оилалар тилидан фарқ қилади;
- Ассемблер тилидаги битта кўрсатма одатда битта машина тили кўрсатмасига эквивалент бўлади;
- Ассемблерда дастурлашда дастурчи процессор ва тизимнинг барча ресурсларидан фойдаланиш имкониятига эга бўлиб, улардан иложи бориша самарали фойдаланиш имконини беради;
- Дастурчидан ўзи ишлаётган ҳар бир аниқ процессор архитектурасини яхши билиши, яъни ходимларнинг талаб қилинадиган малакаси етарли даражада юқори бўлиши талаб этилади;
- Ассемблерда дастурларни яратиш ва дискни раскодировка қилиш узок меҳнат талаб қиладиган жараён бўлиб, у ҳам юқори малакани талаб қилади.

Бошқача қилиб айтганда ўрта ва юқори даражали тиллардан, хусусан, С тилидан фойдаланганда, дастурларни яратишни сезиларли даражада соддалаштириш ва тезлаштириш мумкин, аммо тизим ресурслари тўлиқ ассемблерда ёзилган дастур билан солиштирганда унчалик самарали эмас.

Аслида, одатда иккала юқори даражадаги тилларнинг афзалликларини ва монтаж дастурлари самарадорлигини бирлаштирган ёндашув қўлланилади. Бу стандарт кутубхоналар одатда ассемблерда, шунингдек, бажарилиш вақти ва хотира ҳажми бўйича коднинг муҳим қисмларида яратилишида ифодаланади. Шу билан бирга, ёрдамчи модуллар юқори даражадаги тилда яратилиши мумкин, бу бутун дастурий таъминот тизимининг ривожланишини тезлаштиради ва соддалаштиради.

РСП ассемблерларининг қизиқарли хусусиятлари қуйидагилардан иборат:

- Кўп буйруқларни ёзишнинг иккита шакли мавжудлиги - мнемоник ва алгебраик. Мнемоник шакл анъанавий микропроцессорлар учун буйруқларни ёзишга ўхшайди ёки алгебраик, стандарт микропроцессорларнинг ассемблерларида камроқ қўлланилади. Одатда, PCП ассемблерлари ёзувнинг иккала шаклини ҳам тушунадилар, лекин, масалан, Analog Devices ва Lysent Tehnologies ассемблерлари фақат алгебраик ёзувлардан фойдаланадилар.

- Стандарт тузилмаларни ташкил қилиш воситалари, масалан, битта кўрсатма ёки код блокинни такрорлаш учун махсус аппарат кўрсатмалари берилади. Шу билан бирга, анъанавий процессорларнинг такрорлаш буйруқларидан фарқли ўлароқ такрорий кўрсатма кодини олиш циклини ўтказиб юбориши мумкин, бу ҳар бир такрорлашнинг бажарилиш вақтини камида 1 автобус циклига қисқартиради, бу эса иккитаси билан “цикл кўрсатмаси” бир вақт ичида икки барабар даромад беради.

Рақамли сигнал процессор оилалари ичида мослик мавжуд бўлиб улар одатда, PCПлар оилаларда ишлаб чиқарилади ва оила ичидаги маҳсулотлар ўхшаш йиғиш тилларига ёки ҳатто машина коди даражасида мосликка эга. Бундан ташқари, оилада одатда бир хил кичик дастур кутубхоналари тўпламидан фойдаланилади. Анъанавий микропроцессорларда бўлгани каби, PCПнинг эски моделлари кўпинча қуйи моделларнинг машина кодини бажариши мумкин ёки уларнинг ассемблери ўзларининг кўрсатмалар тўпламининг кичик тўплами сифатида пастки моделларнинг барча кўрсатмаларини ўз ичига олади.

Носозликларни тузатиш дастурлари одатда, PCП учун ёзилган дастурларни диск раскодировка қилиш махсус воситалар, жумладан, дастурий таъминот стимуляторлари ва эмуляторлар ёрдамида амалга оширилади. Улар, шунингдек, кўпинча профиллаш воситаларини (код блокларини бажариш тезлигини ўлчаш) ўз ичига олади.

Аксарият PCПлар собит нуқтали арифметикадан фойдаланадилар, чунки ҳақиқий сигнални қайта ишлашда сузувчи нуқта томонидан тақдим этилган қўшимча диапазон талаб қилинмайди ва аппарат мураккаблигининг камайиши туфайли катта тезлик ва харажат устунлиги мавжуд. Сузувчи нуқтали PCПлар кенг динамик диапазон талаб қилинадиган иловаларда бебаҳо бўлиши мумкин.

Маҳсулот ишлаб чиқувчилари, шунингдек, қимматроқ аппарат эвазига дастурий таъминотни ишлаб чиқиш нархини ва мураккаблигини камайтириш учун сузувчи нуқтали PCП-лардан фойдаланишлари мумкин, чунки сузувчи нуқта алгоритмларини амалга ошириш одатда осонроқ. Одатда, PCПлар ASCII лардир, бироқ PCП функциясига далада дастурлаштирилдиган дарвоза массиви (FPGA) чиплари ёрдамида ҳам эришиш мумкин. Ўрнатилган умумий мақсадли RISC процессорлари функционал жиҳатдан тобора PCП-га ўхшаб бормоқда. Масалан, OMAP3 процессорларига ARM Cortex-A8 ва C6000 DSP киради.

PCП функциялари ва H/W тезлаштириш функцияларини бирлаштиришни таклиф қилувчи янги PCП тури асосий тенденцияга айланмоқда. Ушбу модем процессорларига ASOCS ModemX ва CEVA XC4000 киради.

Масалан, 2018 йил май ойида Nankin тадқиқот институти томонидан ишлаб чиқилган "Huawei-2" тасдиқдан ўтди. Бундан ташқари 0,4 TFLOPS ишлов бериш тезлиги билан чип бугунги кунда энг машҳур PCП-ларга қараганда яхшироқ натижаларга эриша

олади. Дизайн жамоаси TFLOPS даражасидаги ишлов бериш тезлиги ва сунъий интеллектни кўллаб-қувватлайдиган " Huarui -3" ни яратишга киришди.

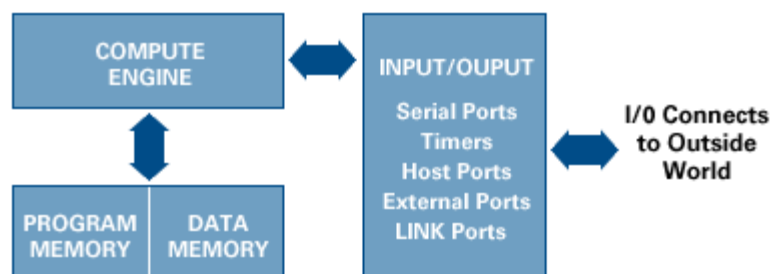
Рақамли сигнал процессорлари аудио, видео, ҳарорат, босим ва жойлашув каби олдиндан рақамлаштирилган жисмоний сигналларни қабул қилади ва улар устида математик манипуляцияларни амалга оширади. Рақамли сигнал процессорларининг ички тузилиши улар “қўшиш”, “айириш”, “кўпайтириш” ва “бўлиш” каби математик функцияларни жуда тез бажариши учун махсус ишлаб чиқилган[4].

Сигналларни шундай қайта ишлаш керакки, улардаги маълумотлар график тарзда кўрсатилиши, таҳлил қилиниши ёки бошқа турдаги фойдали сигналга айлантирилиши мумкин. Ҳақиқий дунёда товуш, ёруғлик, ҳарорат ёки босим каби жисмоний ҳодисаларга мос келадиган сигналлар аналог компонентлар томонидан аниқланади ва бошқарилади. Кейинчалик, аналог-рақамли конвертор ҳақиқий сигнални олади ва уни нол ва бирлар кетма-кетлиги сифатида рақамли форматга айлантиради. Ушбу босқичда рақамли сигнал процессори рақамлаштирилган маълумотларни тўплайдиган ва уни қайта ишлайдиган жараёнга ўтади. Кейин рақамлаштирилган маълумотни кейинги фойдаланиш учун ҳақиқий дунёга қайтаради.

## ТАДҚИҚОТ НАТИЖАЛАРИ

Олинган натижаларга асосан биз маълумотларни икки усулдан бирида, яъни рақамли ёки аналог форматда олишимиз мумкин. Иккинчи ҳолда, рақамлаштирилган сигнал рақамли-аналог конвертор орқали ўтказилади. Бу ҳаракатларнинг барчаси жуда юқори тезликда амалга оширилади.

Ушбу концепцияни тасвирлаш учун MP3 аудио плеерида рақамли сигнал процессоридан қандай фойдаланишни кўрсатадиган қуйидаги блок диаграммани кўриб чиқамиз. Ёзиш босқичида аналог аудио сигнал тизимга қабул қилувчи ёки бошқа манбадан олинади. Бу аналог сигнал A/D конвертор ёрдамида рақамли сигналга айлантирилади ва рақамли сигнал процессорига юборади ва РСП MP3 форматини кодлайди ва файлни хотирада сақлайди. Ижро этиш босқичида файл хотирадан олинади, РСП томонидан декодланади ва рақамли-аналогга ўтказгич орқали яна эшитилиши мумкин бўлган аналог сигналга айлантирилади. Кейинчалик мураккаб мисолда, рақамли сигнал процессори овоз баландлигини бошқариш, частота компенсацияси ва фойдаланувчи интерфейсини таъминлаш каби қўшимча функцияларни бажариши мумкин.



## МУҲОКАМА

Юқорида расмда келтирилган рақамли сигнал процессорининг ичида нима борлигини изохлаб кўрайлик. Демак, рақамли сигнал процессорига қуйидаги асосий компонентлар киради:

• **Дастур хотираси-** РСП маълумотларни қайта ишлаш учун фойдаланадиган дастурларни ўз ичига олар экан.

• **Маълумотлар хотираси-** қайта ишланган маълумотларни ўз ичига олади.

• **Ҳисоблаш ядроси-** дастур хотирасидаги дастурга ва маълумотлар хотирасидаги маълумотларга кириш орқали математик ишлов беришни амалга оширади.

• **Кириш/чиқиш қўйи тизими-** ташқи дунё билан интерфейс учун бир қатор функцияларни тақдим этади.

Аналог қурилмалар процессорлари ва аниқ микроконтроллерлар ҳақида батафсил маълумот олиш учун сизни қуйидаги манбаларни кўриб чиқишни таклиф қиламиз:

• SHARC процессорлари архитектураси.

• SHARC процессорини танлаш бўйича қўлланма.

• Blackfin процессор архитектураси.

• Blackfin процессорини танлаш бўйича қўлланма.

• Нозик аналог микроконтроллерлар учун танлов қўлланмаси.

## ХУЛОСА

Рақамли сигнални қайта ишлаш жуда мураккаб мавзу бўлиб, ҳатто энг тажрибали РСП мутахассисларини ҳам ҳайратда қолдириши мумкин. Биз бу ерда фақат қисқача маълумот бердик, аммо Analog Devices рақамли сигналларни қайта ишлаш ҳақида қўшимча маълумот олиш учун қўшимча ресурсларни ҳам таклиф қилишимиз мумкин[5,6,7].

## REFERENCES

1. Цифровые процессоры обработки сигналов: справочник. Под. ред. А. Г. Остапенко, М., Радио и связь, 1994.
2. Солонина А. И., Улахович Д. А., Яковлев Л. А. Алгоритмы и процессоры цифровой обработки сигналов. — СПб.: БХВ-Петербург, 2001. — 464 с. — ISBN 5-94157-065-1.
3. Турдиматов М.М., Мирзаев Ж. Методы квантования для восстановления разведочной геофизике и сейсмических сигналов. JOURNAL OF INNOVATIONS IN SOCIAL SCIENCES [www.sciencebox.uz](http://www.sciencebox.uz) SPECIAL ISSUE: Achievements and Challenges of Teaching Methods of Applied Sciences-2022 ISSN: 2181-2594.
4. Марков С. Цифровые сигнальные процессоры. Книга 1. М.: Микро-арт, 1996 г.
5. Применение цифровой обработки сигналов. Под ред. Опенгейма. Мир, 1980.
6. Цифровые сигнальные процессоры. Мир ПК, 1993.
7. Цифровые сигнальные процессоры фирмы Zilog и их применение. CHIPNEWS, № 2 (11) 1997 г.