

К және ЖИ кафедрасы

ДӘРІС СЛАЙДЫ

Пән: ЭЕМ Ұйымдастыру

5B100200 – «Ақпараттық қауіпсіздік жүйелері»
білім беру бағдарламасы студенттеріне арналған.

Автор: аға оқытушы Шодырова Бакытжан
Хозедиясовна

Кіріспе

Электронды есептеуіш машина (ЭЕМ) — күрделі жүйе, оның өнімділігі тек процессор жылдамдығына ғана емес, **жад жүйесінің ұйымдастырылуына** да тәуелді.

Жад – процессор мен сыртқы құрылғылар арасындағы деректерді сақтау және өңдеу тетігі. Ол **командалар мен мәліметтерді уақытша және тұрақты түрде** сақтайды.

Маңызды ұғым:

Жад жүйесінің тиімділігі – ЭЕМ өнімділігінің басты көрсеткіші. Себебі, процессор командаларды жадтан оқымай ешбір әрекет орындай алмайды.

Кіріспе

Жад жүйесі компьютердің **ақпараттық негізі** болып табылады.

Процессор барлық командалар мен мәліметтерді жадтан алады және нәтижені қайтадан жадқа жазады.

Қазіргі ЭЕМ-де жад **көпдеңгейлі жүйе** ретінде ұйымдастырылады (кэш, жедел жад, сыртқы жад).

Негізгі мақсат:

- Мәліметтерге **жылдам қол жеткізу**;
- **Үлкен көлемді** ақпаратты сақтау;
- **Сенімділік пен тұрақтылықты** қамтамасыз ету.

Жад жүйесі дегеніміз не?

ЭЕМ жад жүйесі – бұл әртүрлі типтегі есте сақтау құрылғыларының жиынтығы.

Оған мыналар кіреді:

- Регистрлер;
- Кэш-жад;
- Жедел жад (RAM);
- Тұрақты жад (ROM);
- Сыртқы жад (HDD, SSD, флеш).



Бұл құрылғылар жылдамдық, сыйымдылық және қолжетімділік бойынша бір-бірінен ерекшеленеді.

Жад жүйесінің негізгі сипаттамалары

ЭЕМ жад жүйесінің негізгі сипаттамаларына төмендегілер жатады:

1) Сыйымдылығы (Capacity)

Жадта сақталатын ақпараттың жалпы көлемі.

Өлшем бірліктері: бит, байт, КБ, МБ, ГБ, ТБ.

Неғұрлым сыйымдылығы үлкен болса, соғұрлым көп мәлімет сақтауға болады.

Мысал:

RAM – 8 ГБ

SSD – 512 ГБ

2) Қатынау уақыты (Access Time)

Процессордың жадтан мәліметті алу немесе жазу уақыты.

Наносекунд (нс) немесе микросекунд (мкс)пен өлшенеді.

Маңызы:

Қатынау уақыты аз → компьютер жылдамырақ жұмыс істейді.

Жад жүйесінің негізгі сипаттамалары

4. Жадтың жылдамдығы және өткізу қабілеті

3) Жадтың жылдамдығы (Speed)

- Мәліметтердің жадқа жазылу және жадтан оқылу жылдамдығы.
- Кэш-жад – ең жылдам, сыртқы жад – ең баяу.

4) Өткізу қабілеті (Bandwidth)

- Бір уақыт бірлігінде берілетін мәлімет көлемі.
- Өлшем бірлігі: МБ/с, ГБ/с.

Мысал:

- DDR4 RAM – 25–30 ГБ/с
- SSD – 500 МБ/с

Жад жүйесінің негізгі сипаттамалары

Адрестеу тәсілі

5) Адрестелуі (Addressability)

Жадтағы әрбір ұяшықтың **бірегей адресі** болады.

Процессор жадқа **адрес арқылы** қатынайды.

Адрес бірліктері:

Байттық адрестеу

Сөздік адрестеу

Маңызы:

Мәліметті нақты табу және өңдеу мүмкіндігін береді.

Жад жүйесінің негізгі сипаттамалары

Жадтың сенімділігі мен тұрақтылығы

6) Сенімділігі (Reliability)

Мәліметтердің бұзылмай сақталу қабілеті.

Қателерді табу және түзету механизмдері (ECC).

7) Тұрақтылығы (Volatility)

Тұрақты жад: электр қуаты өшсе де мәлімет сақталады (ROM, SSD, HDD).

Тұрақсыз жад: электр қуаты өшсе мәлімет жойылады (RAM).

Маңызы:

Жүйенің қауіпсіздігі мен деректердің сақталуын қамтамасыз етеді.

Жад жүйесінің негізгі сипаттамалары

Жадтың құны және энергия тұтынуы

8) Құны (Cost)

Жылдам жад – қымбат

Баяу жад – арзан

Мысал:

Кэш-жад – өте қымбат

HDD – арзан

9) Энергия тұтынуы

Мобильді құрылғылар үшін аса маңызды.

ARM жүйелерінде энергия үнемдеуші жадтар қолданылады.

ЭЕМ жад жүйесінің негізгі сипаттамалары

Көрсеткіш	Түсініктеме
Сыйымдылық	Жадта сақталатын ақпарат көлемі (байт, килобайт, гигабайт).
Қолжетімділік уақыты	Мәліметті оқу немесе жазу үшін қажет уақыт (наносекундпен өлшенеді).
Өткізу қабілеті	Бір секундта қанша бит ақпарат беріледі (МБ/с, ГБ/с).
Тұрақтылық	Энергия өшкеннен кейін ақпараттың сақталу қабілеті.

К және ЖИ кафедрасы

ДӘРІС СЛАЙДЫ

Пән: ЭЕМ Ұйымдастыру

5B100200 – «Ақпараттық қауіпсіздік жүйелері»
білім беру бағдарламасы студенттеріне арналған.

Автор: аға оқытушы Шодырова Бакытжан
Хозедиясовна

ЭЕМ жад иерархиясы

Электрондық есептеу машинасының (ЭЕМ) жад иерархиясы – компьютер жадын **жылдамдық, сыйымдылық және құн** көрсеткіштері бойынша сатылы түрде ұйымдастыру принципі. Бұл иерархия процессордың өнімділігін арттыруға және жад ресурстарын тиімді пайдалануға мүмкіндік береді.

Қазіргі компьютерлерде бір ғана жад түрі қолданылмайды. Себебі **өте жылдам жад қымбат және сыйымдылығы аз**, ал **арзан жад баяу**, бірақ сыйымдылығы үлкен. Осы мәселені шешу үшін **жад иерархиясы** қолданылады.

Негізгі идея:

- Процессорға жиі қажет мәліметтерді **ең жылдам жадта**;
- Сирек қолданылатын мәліметтерді **төменгі деңгейдегі жадта** сақтау.

Жад иерархиясы дегеніміз не?

Жад иерархиясы – бұл әртүрлі типтегі жад құрылғыларының деңгейлер бойынша орналасуы.

Әр деңгей келесі сипаттамалармен ерекшеленеді:

- Жылдамдығы;
- Сыйымдылығы;
- Құны;
- Процессорға жақындығы.

Жоғарғы деңгей → жылдам, қымбат, көлемі аз.

Төменгі деңгей → баяу, арзан, көлемі үлкен.

Жад иерархиясының негізгі деңгейлері

1) Регистрлер

Процессордың ішінде орналасады.

Ең жылдам жад түрі.

Уақытша мәліметтер мен командалар сақталады.

Сипаттамалары:

Қатынау уақыты – ең аз

Сыйымдылығы – өте аз

Құны – өте жоғары

2) Кэш-жад (Cache Memory)

Процессор мен жедел жадтың арасында орналасады.

Жиі қолданылатын мәліметтер сақталады.

Кэш деңгейлері:

L1 – ең жылдам, көлемі аз

L2 – орташа

L3 – баяуырақ, бірақ көлемі үлкен

3) Жедел жад (RAM)

Бағдарламалар мен деректер уақытша сақталады.

Процессор жадқа тікелей қатынайды.

Ерекшелігі:

Электр қуаты өшсе – мәлімет жойылады.

4) Сыртқы жад (Secondary Storage)

Мәліметтер ұзақ мерзімге сақталады.

Мысалы: HDD, SSD, флеш-жад.

Ерекшелігі:

Сыйымдылығы үлкен

Қатынау уақыты баяу

Жад иерархиясының жұмыс принципі

Жад иерархиясы **локалдылық принципіне** негізделген:

1) Уақыттық локалдылық

Егер мәлімет бір рет қолданылса, ол жақын арада қайта қолданылуы мүмкін.

2) Кеңістіктік локалдылық

Егер бір адрес қолданылса, оған жақын адрестер де қолданылуы мүмкін.

Нәтижесі:

Мәліметтер алдымен регистр мен кэштен ізделеді.

Табылмаса → RAM → сыртқы жадқа жүгінеді.

Жад иерархиясының артықшылықтары

Жоғары өнімділік:

Процессор жиі қолданылатын мәліметтерге тез қол жеткізеді.

Құнды үнемдеу:

Барлық жадты қымбат ету қажет емес.

Ресурстарды тиімді пайдалану:

Әр жад түрі өз функциясын атқарады.

Жүйенің тұрақтылығы:

Мәліметтерді сақтау мен өңдеу сенімді болады.

Кемшіліктері

Басқару күрделілігі:

Кэш пен жад арасындағы деректерді синхрондау қажет.

Кешігу мүмкіндігі:

Кэште мәлімет болмаса (cache miss) – жүйе баяулайды.

Аппараттық күрделілік:

Көп деңгейлі жад – күрделі архитектура.

Қазіргі заманғы жад иерархиясы

Қазіргі компьютерлерде жад иерархиясы кеңейтілген:

Процессор ішіндегі бірнеше деңгейлі кэш

Виртуалды жад (RAM + диск)

Бұлттық сақтау (Cloud Storage)

Мысалы:

Компьютер → RAM → SSD → бұлт

Қорытынды: ЭЕМ жад иерархиясы – жылдамдық, сыйымдылық және құн арасындағы тепе-теңдікті қамтамасыз етеді.

Негізгі деңгейлері:

- Регистрлер;
- Кэш-жад;
- RAM;
- Сыртқы жад.

Бұл иерархия қазіргі барлық компьютерлік жүйелердің негізі болып табылады.

ЭЕМ жад иерархиясы.

Жад иерархиясы – әртүрлі типтегі жад құрылғыларының **жылдамдық, көлем және баға тұрғысынан** сатыланып орналасуы.

Деңгей	Жад түрі	Жылдамдық	Сыйымдылық	Бағасы (шартты)
1	Регистрлер	Өте жоғары	Өте аз	Қымбат
2	Кэш (L1, L2, L3)	Жоғары	Орташа	Қымбат
3	Оперативтік жад (RAM)	Орташа	Орта	Орташа
4	Сыртқы жад (SSD, HDD)	Төмен	Үлкен	Арзан
5	Мұрағаттық жад (оптикалық диск, бұлт)	Ең баяу	Өте үлкен	Өте арзан

К және ЖИ кафедрасы

ДӘРІС СЛАЙДЫ

Пән: ЭЕМ Ұйымдастыру

5B100200 – «Ақпараттық қауіпсіздік жүйелері»
білім беру бағдарламасы студенттеріне арналған.

Автор: аға оқытушы Шодырова Бакытжан
Хозедиясовна

К және ЖИ кафедрасы

ДӘРІС СЛАЙДЫ

Пән: ЭЕМ Ұйымдастыру

5B100200 – «Ақпараттық қауіпсіздік жүйелері»
білім беру бағдарламасы студенттеріне арналған.

Автор: аға оқытушы Шодырова Бакытжан
Хозедиясовна

Кіріспе

Оперативтік жад көлемі шектеулі. Бағдарламалар мен деректер көлемі жылдан жылға өсуде. Осы мәселені шешу үшін:

- виртуалды жад;
- сыртқы жад;
- жадтағы адрестеу
қолданылады.

Бұл үшеуі **бір-бірімен тығыз байланысты.**

Виртуалды жад

Виртуалды жад – оперативтік жадтың мүмкіндігін бағдарламалық жолмен кеңейтетін технология.

Негізгі идеясы:

→ RAM жетіспеген жағдайда, сыртқы жадтың бір бөлігін уақытша жад ретінде пайдалану.

Жұмыс принципі

- Бағдарламалар виртуалды адресстермен жұмыс істейді;
- Операциялық жүйе оларды физикалық адресстерге түрлендіреді;
- Қажет емес деректер дискке шығарылады;
- Қажет кезде қайтадан RAM-ға жүктеледі;
- Бұл процесс **беттеу (paging)** деп аталады.

Артықшылықтары мен кемшіліктері

Артықшылықтары:

- Үлкен бағдарламаларды іске қосу;
- Жадты тиімді пайдалану;
- Жүйенің тұрақты жұмысы.

Кемшіліктері:

- Диск RAM-нан баяу;
- Жүйе баяулауы мүмкін.

Сыртқы жад құрылғылары

Сыртқы жад ұғымы

Сыртқы жад құрылғылары – мәліметтерді ұзақ уақыт сақтауға арналған жад түрлері.

Ерекшеліктері:

- Электр қуатына тәуелсіз;
- Үлкен сыйымдылық;
- Жылдамдығы RAM-нан төмен.

Сыртқы жадтың қызметі

- Операциялық жүйені сақтау;
- Бағдарламалар мен файлдарды сақтау;
- Виртуалды жад үшін орын бөлу;
- Архивтеу және резервтік көшіру.

Сыртқы жадтың негізгі түрлері

1) Қатты диск (HDD)

- Магниттік принцип;
- Үлкен көлем;
- Арзан.

2) SSD (Solid State Drive)

- Өте жылдам;
- Қозғалмалы бөлік жоқ;
- Қазіргі жүйелерде кең таралған.

3) Флеш-жад

- USB флеш;
- SD карта;
- Портативті.

4) Оптикалық тасымалдағыштар

- CD, DVD;
- Қазіргі кезде сирек қолданылады.

Жадтағы адресстеу

Жад адресі ұғымы

Жад адресі – жадтағы әрбір ұяшықты анықтайтын бірегей сан.

- Процессор жадқа адрес арқылы қатынайды;
- Адрестік шина арқылы беріледі.

Адрестеу түрлері

Тікелей адрестеу

- Адрес командада көрсетіледі

Жанама адрестеу

- Адрес басқа ұяшықта сақталады

Индекстік адрестеу

- Адрес + индекс
- Массивтер үшін тиімді

Базалық адрестеу

- База + ығысу
- Көптапсырмалы жүйелерде қолданылады

Физикалық және виртуалды адресстеу

- **Физикалық адрес** – нақты RAM адресі;
- **Виртуалды адрес** – бағдарлама қолданатын адрес;
- Операциялық жүйе оларды сәйкестендіреді.

Қорытынды

Виртуалды жад – RAM мүмкіндігін кеңейтеді.

Сыртқы жад – мәліметтерді ұзақ сақтайды.

Жадтағы адрестеу – жадқа дәл қол жеткізуді қамтамасыз етеді.

Бұл үш механизм бірге компьютердің тұрақты және тиімді жұмысын қамтамасыз етеді.

К және ЖИ кафедрасы

ДӘРІС СЛАЙДЫ

Пән: ЭЕМ Ұйымдастыру

5B100200 – «Ақпараттық қауіпсіздік жүйелері»
білім беру бағдарламасы студенттеріне арналған.

Автор: аға оқытушы Шодырова Бакытжан
Хозедиясовна

Шина жүйесі

Шина жүйесі — компьютердің барлық негізгі құрылғыларын өзара байланыстыратын **мәліметтер алмасу ортасы**. Ол процессор, жад және енгізу-шығару құрылғылары арасындағы ақпараттың жылдам әрі үйлесімді берілуін қамтамасыз етеді.

Кіріспе

Компьютер бірнеше құрылғылардан тұрады. Бұл құрылғылар бір-бірімен үздіксіз байланыста болуы қажет. Осы байланысты қамтамасыз ететін жүйе – **шина жүйесі**.

Негізгі міндеті:

→ Мәліметтерді, адресстерді және басқару сигналдарын тасымалдау.

Шина жүйесі дегеніміз не?

Шина (Bus) – компьютер құрылғылары арасында ақпарат алмасуға арналған ортақ байланыс арнасы.

Шинаның ерекшеліктері:

- Ортақ қолданылатын байланыс;
- Қарапайым ұйымдастырылған;
- Барлық құрылғылар бір шинаға қосылады.

Жұмыс принципі:

Бір мезетте шинамен тек бір құрылғы ғана жұмыс істей алады.

Шина жүйесінің негізгі түрлері

Шина жүйесі атқаратын қызметіне қарай үш негізгі түрге бөлінеді:

1) Мәліметтер шинасы (Data Bus)

- Мәліметтерді тасымалдайды;
- Екі бағытта жұмыс істейді;
- Ені (бит саны) компьютердің өнімділігіне әсер етеді.

Мысал:

32 бит, 64 биттік мәліметтер шинасы

- **2) Адрестік шина (Address Bus)**
- Жад ұяшықтарының адресін тасымалдайды;
- Бір бағытта жұмыс істейді;
- Адрес саны жад көлемін анықтайды;

Мысал:

32 бит адрестік шина → 4 ГБ адресстеу

3) Басқару шинасы (Control Bus)

- Басқару сигналдарын тасымалдайды
- Құрылғылардың жұмысын үйлестіреді

Сигналдар түрлері:

- Оқу / жазу
- Үзу (interrupt)
- Синхрондау

Шина жүйесінің жұмыс істеу принципі

Шина жүйесі **синхронды** немесе **асинхронды** режимде жұмыс істей алады:

Синхронды шина

- Ортақ тактілік сигнал қолданылады;
- Жылдам, бірақ қашықтық шектеулі.

Асинхронды шина

- Тактілік сигналсыз;
- Икемді, бірақ баяуырақ.

Шина арбитражы

Шина арбитражы – бірнеше құрылғы бір уақытта шинаны қолданғысы келгенде, қайсысына рұқсат берілетінін анықтау процесі.

Арбитраж тәсілдері:

- Орталықтандырылған;
- Орталықтандырылмаған;
- Басымдыққа негізделген.

Мақсаты:

→ Қақтығыстарды болдырмау

Шина жүйесінің артықшылықтары:

- Қарапайым құрылым;
- Құрылғыларды оңай қосу;
- Икемділік;
- Аппараттық үйлесімділік

Шина жүйесінің кемшіліктері:

- Бір уақытта тек бір құрылғы жұмыс істейді;
- Жылдамдық шектеулі;
- Қақтығыс мүмкіндігі жоғары;
- Кеңейту кезінде өнімділік төмендейді.

Қазіргі заманғы шина жүйелері

-
- **PCI Express (PCIe)** – жоғары жылдамдықты;
 - **USB** – әмбебап;
 - **SATA** – сақтау құрылғылары үшін
 - **I2C, SPI** – ендірілген жүйелерде.

Қазіргі жүйелерде параллель шиналардан **тізбекті (serial)** шиналарға көшу байқалады.

Қорытынды

- Шина жүйесі – компьютердің негізгі байланыс арнасы;
- Ол мәліметтер, адрес және басқару сигналдарын тасымалдайды;
- Қазіргі заманғы компьютерлерде жоғары жылдамдықты шиналар қолданылады.

Кіріспе

Электронды есептеуіш машина (ЭЕМ) — күрделі жүйе, оның өнімділігі тек процессор жылдамдығына ғана емес, **жад жүйесінің ұйымдастырылуына** да тәуелді.

Жад — процессор мен сыртқы құрылғылар арасындағы деректерді сақтау және өңдеу тетігі. Ол **командалар мен мәліметтерді уақытша және тұрақты түрде** сақтайды.

Маңызды ұғым:

Жад жүйесінің тиімділігі — ЭЕМ өнімділігінің басты көрсеткіші. Себебі, процессор командаларды жадтан оқымай ешбір әрекет орындай алмайды.

Кіріспе

Жад жүйесі компьютердің **ақпараттық негізі** болып табылады.

Процессор барлық командалар мен мәліметтерді жадтан алады және нәтижені қайтадан жадқа жазады.

Қазіргі ЭЕМ-де жад **көпдеңгейлі жүйе** ретінде ұйымдастырылады (кэш, жедел жад, сыртқы жад).

Негізгі мақсат:

- Мәліметтерге **жылдам қол жеткізу**;
- **Үлкен көлемді** ақпаратты сақтау;
- **Сенімділік пен тұрақтылықты** қамтамасыз ету.

Жад жүйесі дегеніміз не?

ЭЕМ жад жүйесі – бұл әртүрлі типтегі есте сақтау құрылғыларының жиынтығы.

Оған мыналар кіреді:

- Регистрлер;
- Кэш-жад;
- Жедел жад (RAM);
- Тұрақты жад (ROM);
- Сыртқы жад (HDD, SSD, флеш).



Бұл құрылғылар жылдамдық, сыйымдылық және қолжетімділік бойынша бір-бірінен ерекшеленеді.

Жад жүйесінің негізгі сипаттамалары

ЭЕМ жад жүйесінің негізгі сипаттамаларына төмендегілер жатады:

1) Сыйымдылығы (Capacity)

Жадта сақталатын ақпараттың жалпы көлемі.

Өлшем бірліктері: бит, байт, КБ, МБ, ГБ, ТБ.

Неғұрлым сыйымдылығы үлкен болса, соғұрлым көп мәлімет сақтауға болады.

Мысал:

RAM – 8 ГБ

SSD – 512 ГБ

2) Қатынау уақыты (Access Time)

Процессордың жадтан мәліметті алу немесе жазу уақыты.

Наносекунд (нс) немесе микросекунд (мкс)пен өлшенеді.

Маңызы:

Қатынау уақыты аз → компьютер жылдамырақ жұмыс істейді.

Жад жүйесінің негізгі сипаттамалары

4. Жадтың жылдамдығы және өткізу қабілеті

3) Жадтың жылдамдығы (Speed)

- Мәліметтердің жадқа жазылу және жадтан оқылу жылдамдығы.
- Кэш-жад – ең жылдам, сыртқы жад – ең баяу.

4) Өткізу қабілеті (Bandwidth)

- Бір уақыт бірлігінде берілетін мәлімет көлемі.
- Өлшем бірлігі: МБ/с, ГБ/с.

Мысал:

- DDR4 RAM – 25–30 ГБ/с
- SSD – 500 МБ/с

Жад жүйесінің негізгі сипаттамалары

Адрестеу тәсілі

5) Адрестелуі (Addressability)

Жадтағы әрбір ұяшықтың **бірегей адресі** болады.

Процессор жадқа **адрес арқылы** қатынайды.

Адрес бірліктері:

Байттық адрестеу

Сөздік адрестеу

Маңызы:

Мәліметті нақты табу және өңдеу мүмкіндігін береді.

Жад жүйесінің негізгі сипаттамалары

Жадтың сенімділігі мен тұрақтылығы

6) Сенімділігі (Reliability)

Мәліметтердің бұзылмай сақталу қабілеті.

Қателерді табу және түзету механизмдері (ECC).

7) Тұрақтылығы (Volatility)

Тұрақты жад: электр қуаты өшсе де мәлімет сақталады (ROM, SSD, HDD).

Тұрақсыз жад: электр қуаты өшсе мәлімет жойылады (RAM).

Маңызы:

Жүйенің қауіпсіздігі мен деректердің сақталуын қамтамасыз етеді.

Жад жүйесінің негізгі сипаттамалары

Жадтың құны және энергия тұтынуы

8) Құны (Cost)

Жылдам жад – қымбат

Баяу жад – арзан

Мысал:

Кэш-жад – өте қымбат

HDD – арзан

9) Энергия тұтынуы

Мобильді құрылғылар үшін аса маңызды.

ARM жүйелерінде энергия үнемдеуші жадтар қолданылады.

ЭЕМ жад жүйесінің негізгі сипаттамалары

Көрсеткіш	Түсініктеме
Сыйымдылық	Жадта сақталатын ақпарат көлемі (байт, килобайт, гигабайт).
Қолжетімділік уақыты	Мәліметті оқу немесе жазу үшін қажет уақыт (наносекундпен өлшенеді).
Өткізу қабілеті	Бір секундта қанша бит ақпарат беріледі (МБ/с, ГБ/с).
Тұрақтылық	Энергия өшкеннен кейін ақпараттың сақталу қабілеті.

К және ЖИ кафедрасы

ДӘРІС СЛАЙДЫ

Пән: ЭЕМ Ұйымдастыру

5B100200 – «Ақпараттық қауіпсіздік жүйелері»
білім беру бағдарламасы студенттеріне арналған.

Автор: аға оқытушы Шодырова Бакытжан
Хозедиясовна

ЭЕМ жад иерархиясы

Электрондық есептеу машинасының (ЭЕМ) жад иерархиясы – компьютер жадын **жылдамдық, сыйымдылық және құн** көрсеткіштері бойынша сатылы түрде ұйымдастыру принципі. Бұл иерархия процессордың өнімділігін арттыруға және жад ресурстарын тиімді пайдалануға мүмкіндік береді.

Қазіргі компьютерлерде бір ғана жад түрі қолданылмайды. Себебі **өте жылдам жад қымбат және сыйымдылығы аз**, ал **арзан жад баяу**, бірақ сыйымдылығы үлкен. Осы мәселені шешу үшін **жад иерархиясы** қолданылады.

Негізгі идея:

- Процессорға жиі қажет мәліметтерді **ең жылдам жадта**;
- Сирек қолданылатын мәліметтерді **төменгі деңгейдегі жадта** сақтау.

Жад иерархиясы дегеніміз не?

Жад иерархиясы – бұл әртүрлі типтегі жад құрылғыларының деңгейлер бойынша орналасуы.

Әр деңгей келесі сипаттамалармен ерекшеленеді:

- Жылдамдығы;
- Сыйымдылығы;
- Құны;
- Процессорға жақындығы.

Жоғарғы деңгей → жылдам, қымбат, көлемі аз.

Төменгі деңгей → баяу, арзан, көлемі үлкен.

Жад иерархиясының негізгі деңгейлері

1) Регистрлер

Процессордың ішінде орналасады.

Ең жылдам жад түрі.

Уақытша мәліметтер мен командалар сақталады.

Сипаттамалары:

Қатынау уақыты – ең аз

Сыйымдылығы – өте аз

Құны – өте жоғары

2) Кэш-жад (Cache Memory)

Процессор мен жедел жадтың арасында орналасады.

Жиі қолданылатын мәліметтер сақталады.

Кэш деңгейлері:

L1 – ең жылдам, көлемі аз

L2 – орташа

L3 – баяуырақ, бірақ көлемі үлкен

3) Жедел жад (RAM)

Бағдарламалар мен деректер уақытша сақталады.

Процессор жадқа тікелей қатынайды.

Ерекшелігі:

Электр қуаты өшсе – мәлімет жойылады.

4) Сыртқы жад (Secondary Storage)

Мәліметтер ұзақ мерзімге сақталады.

Мысалы: HDD, SSD, флеш-жад.

Ерекшелігі:

Сыйымдылығы үлкен

Қатынау уақыты баяу

Жад иерархиясының жұмыс принципі

Жад иерархиясы **локалдылық принципіне** негізделген:

1) Уақыттық локалдылық

Егер мәлімет бір рет қолданылса, ол жақын арада қайта қолданылуы мүмкін.

2) Кеңістіктік локалдылық

Егер бір адрес қолданылса, оған жақын адрестер де қолданылуы мүмкін.

Нәтижесі:

Мәліметтер алдымен регистр мен кэштен ізделеді.

Табылмаса → RAM → сыртқы жадқа жүгінеді.

Жад иерархиясының артықшылықтары

Жоғары өнімділік:

Процессор жиі қолданылатын мәліметтерге тез қол жеткізеді.

Құнды үнемдеу:

Барлық жадты қымбат ету қажет емес.

Ресурстарды тиімді пайдалану:

Әр жад түрі өз функциясын атқарады.

Жүйенің тұрақтылығы:

Мәліметтерді сақтау мен өңдеу сенімді болады.

Кемшіліктері

Басқару күрделілігі:

Кэш пен жад арасындағы деректерді синхрондау қажет.

Кешігу мүмкіндігі:

Кэште мәлімет болмаса (cache miss) – жүйе баяулайды.

Аппараттық күрделілік:

Көп деңгейлі жад – күрделі архитектура.

Қазіргі заманғы жад иерархиясы

Қазіргі компьютерлерде жад иерархиясы кеңейтілген:

Процессор ішіндегі бірнеше деңгейлі кэш

Виртуалды жад (RAM + диск)

Бұлттық сақтау (Cloud Storage)

Мысалы:

Компьютер → RAM → SSD → бұлт

Қорытынды: ЭЕМ жад иерархиясы – жылдамдық, сыйымдылық және құн арасындағы тепе-теңдікті қамтамасыз етеді.

Негізгі деңгейлері:

- Регистрлер;
- Кэш-жад;
- RAM;
- Сыртқы жад.

Бұл иерархия қазіргі барлық компьютерлік жүйелердің негізі болып табылады.

ЭЕМ жад иерархиясы.

Жад иерархиясы – әртүрлі типтегі жад құрылғыларының **жылдамдық, көлем және баға тұрғысынан** сатыланып орналасуы.

Деңгей	Жад түрі	Жылдамдық	Сыйымдылық	Бағасы (шартты)
1	Регистрлер	Өте жоғары	Өте аз	Қымбат
2	Кэш (L1, L2, L3)	Жоғары	Орташа	Қымбат
3	Оперативтік жад (RAM)	Орташа	Орта	Орташа
4	Сыртқы жад (SSD, HDD)	Төмен	Үлкен	Арзан
5	Мұрағаттық жад (оптикалық диск, бұлт)	Ең баяу	Өте үлкен	Өте арзан