

Міністерство аграрної політики та продовольства України
Житомирський національний агроекологічний університет

Кафедра комп'ютерних технологій і моделювання систем

Бродський Ю.Б., Молодецька К.В.

ІНФОРМАТИКА ТА СИСТЕМОЛОГІЯ

Навчальний посібник

Житомир – 2014

УДК 681.3
ББК 32.973
Б 88

Автори: Бродський Ю. Б., Молодецька К. В.

Рецензенти:

А. В. Морозов – кандидат технічних наук, доцент, зав. кафедри інформатики та комп'ютерного моделювання Житомирського державноготеологічного університету;

Б. В. Борисюк – кандидат сільськогосподарських наук, декан екологічного факультету Житомирського національного агроекологічного університету;

Н. М. Лобанчикова – кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютеризованих систем управління та автоматики Житомирського державного технологічного університету.

Рекомендовано до друку Вченою радою Житомирського національного агроекологічного університету, протокол № 4 від 23 грудня 2013 р.

Б 88 Бродський Ю. Б. Інформатика та системологія : навч. посібник / Ю. Б. Бродський, К. В. Молодецька. – Житомир: ЖНАЕУ, 2014. – 244 с.

У навчальному посібнику представлений курс інформатики та системології, який викладається студентам екологічних спеціальностей. Розглядається інформатика як наука про інформаційні технології, висвітлені принципи побудови та технології використання комп'ютерних засобів обробки інформації, основи системології, математичні методи та сучасні інформаційні технології в дослідженні систем.

Навчальний посібник призначений для студентів вищих навчальних закладів, магістрантів, аспірантів та викладачів.

© Бродський Ю. Б., 2014
© Молодецька К. В., 2014
© Житомир, 2014

ЗМІСТ

ВСТУП	5
СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	7
1. ІНФОРМАТИКА ЯК НАУКА ПРО ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ.....	8
1.1. Загальні поняття і термінологія.....	8
1.2. Інформація як об'єкт обчислювальної системи	13
1.3. Архітектура та структурна схема персонального комп'ютера	17
1.4. Види програмного забезпечення	24
2. ОПЕРАЦІЙНІ СИСТЕМИ ПЕРСОНАЛЬНИХ КОМП'ЮТЕРІВ	29
2.1. Операційні системи та їх основні функції.....	29
2.2. Файлові системи.....	37
2.3. Операційні системи сімейства Windows	44
2.4. Новітні технології в галузі інформатики.....	47
3. СУЧАСНІ СИСТЕМИ ОБРОБКИ ТЕКСТОВОЇ І ТАБЛИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ	53
3.1. Технологія обробки текстових даних в MS Word	53
3.2. Базові технології табличного процесора MS Excel	70
3.3. Принципи організації баз даних. СКБД MS Access	91
4. ОСНОВИ ОРГАНІЗАЦІЇ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ	107
4.1. Загальні відомості про комп'ютерні мережі.....	107
4.2. Мережеві топології та способи доступу до середовища передачі... ..	113
4.3. Мережеві архітектури та пристрої зв'язку	118
4.4. Мережа Інтернет	122
5. СИСТЕМОЛОГІЯ	129
5.1. Системність світу. Розвиток системних уявлень.....	129
5.2. Системна термінологія	133
5.3. Системний підхід. Основні принципи та аспекти	136
5.4. Елементи системології і кібернетика.....	138
6. ІНСТРУМЕНТАРІЙ АНАЛІЗУ ДАНИХ І МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ В MS EXCEL	153

6.1. Технологія аналізу "что-если"	153
6.2. Моделювання випадкових величин	155
6.3. Апроксимація даних засобами MS Excel.....	159
6.4. Екстраполяція та згладжування даних	168
7. ІНЖЕНЕРНІ РОЗРАХУНКИ ТА МОДЕЛЮВАННЯ В MATHCAD	177
7.1. Основи використання MathCad	177
7.2. Організація виводу даних у графічній формі.....	187
7.3. Інженерні розрахунки в MathCad.....	192
7.4. Обробка експериментальних даних	201
7.5. Програмування в MathCad	209
ІМЕННИЙ ТА ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК	218
ДОДАТКИ	220
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	241

ВСТУП

На сучасному етапі розвитку суспільства істотно зростає роль інформаційних технологій у процесі вивчення та дослідження стану довкілля, розв'язування широкого кола задач з екології та охорони навколишнього природного середовища із застосуванням комп'ютерних технологій. Стрімкий темп удосконалення науки і техніки, розвитку інноваційних та інформаційних технологій визначає необхідність вивчення методології, освоєння теорії та практики системології для розв'язування складних задач різних цілей і призначень. Ці умови вимагають підготовки фахівців, що володіють апаратом розв'язування складних системних задач своєчасного передбачення, об'єктивного прогнозування та системного аналізу, а тому серйозної підготовки з дисциплін інформаційного циклу.

Основним завданням інформатики є систематизація прийомів та методів обробки інформації засобами обчислювальної техніки. Мета систематизації полягає у розвитку й впровадженні найбільш ефективних технологій, автоматизації процесу обробки даних, а також в методичному забезпеченні технологічних досліджень. Таким чином, інформатика – це наука про інформаційні технології, яка забезпечує діяльність людини в різноманітних галузях науки і техніки, виробництва та суспільства. Розвиток інформатики як науки виводить на новий рівень сприйняття системології, основним предметом вивчення якої є складна система. В рамках концепції інформаційної системології систему визначає інформаційна складова, яка поєднує структурні елементи і направляє енергію для досягнення поставленої цілі (призначення системи).

Метою курсу "Інформатика та системологія" є надати студентам знання в області сучасних інформаційних технологій, забезпечити фундаментальність освіти майбутніх спеціалістів, підготувати з них системних аналітиків, здатних приймати системні і комплексні рішення, використовуючи сучасні інформаційні технології. Завданнями дисципліни є оволодіння студентами методами та прийомами застосування сучасних засобів комп'ютерної техніки,

інформаційних технологій, дослідження систем та застосування математичних методів для вирішення фахових задач, навчити їх самостійно обирати та використовувати сучасний інструментарій для вирішення поставлених задач.

Навчальний посібник складається із 7 розділів. Розділ 1 присвячений концептуальним питанням визначення інформатики як науки, розглядаються технічні засоби інформатики – апаратне та програмне забезпечення персонального комп'ютера. В 2 розділі наведено огляд операційних систем, файлових систем та сучасних технологій в інформатиці. Системи обробки текстових і табличних даних (MS Word, MS Excel та СУБД Access) представлені у розділі 3. В розділі 4 викладено фундаментальні підходи до організації комп'ютерних мереж. Основи системології, методи дослідження систем, математичні методи та інструментарій аналізу даних і моделювання MS Excel наведені у 5–6 розділах. Заключний 7 розділ присвячений інструментарію комп'ютерної математики MathCad, реалізації інженерних розрахунків, моделювання та елементів програмування.

СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

- АЛП – арифметично-логічний пристрій
- БД – база даних
- ІЧ-сигнал – інфрачервоний сигнал
- ДР – диференціальне рівняння
- ЗЗП – зовнішні запам'ятовуючі пристрої
- МНК – метод найменших квадратів
- НДІ – нормативно-довідкова інформація
- НОЗП – надоперативні запам'ятовуючі пристрої
- ОЗП – оперативний запам'ятовуючий пристрій
- ОС – операційна система
- ПЗ – програмне забезпечення
- ПЗП – постійний запам'ятовуючий пристрій
- ПК – персональний комп'ютер
- ППП – пакети прикладних програм
- СДР – система диференціальних рівнянь
- СКБД – система керування базою даних
- СП – система програмування

1. ІНФОРМАТИКА ЯК НАУКА ПРО ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

"... і забезпечує громадянам можливість
насолоджуватись світом"
А.М. Ампер

Інформатика, як і математика, не вивчає конкретні матеріальні об'єкти або природні процеси. Вона являє собою сервісну науку і служить для розвитку та забезпечення інших наук. Методи інформатики широко використовуються в області технічних, соціальних, природничих наук та управління, її замовниками є майже усі фундаментальні та прикладні науки, а також проектування, освіта, сфера послуг тощо.

Звідки ж виникла інформатика як наукова дисципліна з таким широким діапазоном використання? Надати відповідь на це питання нам допоможе невеличкий екскурс в історію розвитку природознавства.

1.1. Загальні поняття і термінологія

Джерелом виникнення інформатики як науки стала кібернетика. Вперше термін "кібернетика" зустрічається у давньогрецького філософа Платона (427–347 рр. до н.е.), яким він позначав "мистецтво керування кораблем", тобто мистецтво кормчого, а в переносному значенні – мистецтво керувати людьми (управління в соціальній системі). В його наукових працях: "Політичні діалоги", "Республіка", "Закони" викладено глибокий аналіз розподілу праці, теорію про "ідеальну державу". Він спробував розкрити сутність управління і контролю. Згодом це слово було запозичене римлянами, так у латинській мові з'явилося слово "губернатор", а в англійській – *governer* [1].

Взагалі, поняття "кібернетика" з'явилося в першій половині XIX століття, коли французький фізик Андре Марі Ампер (1775-1836 рр.) вирішив створити єдину класифікацію всіх наук, як існуючих, так і гіпотетичних, одна з яких повинна займатися вивченням мистецтва керування (Ампер мав на увазі керування людьми, тобто суспільством). Цю науку Ампер задумав назвати Кібернетика, від грецького слова "кібернетикос" (мистецтво керування). У 1843 р. була опублікована його оглядова праця "Нариси з філософії наук", де

зроблена спроба привести в упорядковану систему усі людські знання. В цій системі було відведено місце кожній із відомих на той час наук. Під номером 83 Ампер розмістив кібернетику, яка повинна була вивчати способи управління суспільством. Цікаво, що кожній науці відповідав девіз у формі вірша латинською мовою, і кібернетику Ампер супроводив словами; "... и обеспечивает гражданам возможность наслаждаться миром" [1].

Майже через 100 років американський вчений, професор Масачусетського технологічного інституту Норберт Вінер (1894-1964 рр.) поклав початок новій науці – кібернетиці, коли у 1948 р. опублікував свою знамениту книгу "Кибернетика или управление й связь в животном й машине". Ця наукова праця стала підсумком його наукової діяльності.

Взагалі, Н. Вінер був вченим-полігістором (знавець в багатьох науках). Широта інтересів поєднувалась у нього з глибоким переконанням в єдності науки й в необхідності тісного зв'язку її різних галузей: "... деление науки на дисциплины – административная условность, нужная лишь для удобства распределения средств й сил. Наука должна создаваться объединенными усилиями многих людей" [1]. У початковому означенні кібернетики (за Вінером) випало поняття суспільства. Тому у 1954 р. Н. Вінер публікує книгу "Кибернетика й общество". Під керуючими системами стали розуміти не тільки технічні і біологічні системи, але й будь-які адміністративні та соціальні системи.

В своїх книгах Н. Вінер виклав ранню історію кібернетики, підвів підсумки вкладу математиків, фізиків, інженерів, біологів та медиків у фундамент та формування основ кібернетики. Сучасні визначення кібернетики численні та неоднозначні. Так, англійський вчений-біолог і кібернетик У. Росе Ешбі визначив її як "исследование систем, открытых для энергии, но замкнутых для информации й управления", "непроницаемых для информации" [1]. Академік А. Н. Колмогоров позначав кібернетику як науку про способи сприйняття, зберігання, переробки та використання інформації в машинах, живих організмах та їх поєднаннях. Англійський кібернетик Ст. Бір писав, що кібернетика є наукою про управління і зв'язки; прикладні аспекти цієї науки

можна віднести до будь-якої області досліджень. Академік В. М. Глушков дав означення кібернетики як науки про загальні закони перетворення інформації в складних керуючих системах.

Перелік визначень кібернетики, які підкреслюють той чи інший аспект науки, можна продовжувати далі. Однак, узагальнюючи різні підходи, можна зробити висновок, що *кібернетика* стала наукою про загальні закони отримання, зберігання, передачі та перетворення інформації в керуючих системах. Основний тезис кібернетики визначає, що процеси управління в машинах та інших технічних системах, а також в живих організмах та суспільстві – подібні, їх суть складають процеси передачі різних сигналів та повідомлень, які несуть у собі інформацію, її збереження, накопичення та обробку в інтересах споживачів.

Таким чином, кібернетика виникла на стику існуючих наук. Вона сформувалась на базі теорії інформації, математичної логіки, теорії алгоритмів, усіх розділів математики, на основі використання теорії автоматичного регулювання, обчислювальної техніки, теорії машин, широкого використання знань з нейрофізіології та біології, досягнень психології та інших наук і перетворилась у самостійну науку зі своїм предметом та методами досліджень, з широкою областю використання результатів.

З розвитком обчислювальної техніки і використанням персональних електронних обчислювальних машин (ПЕОМ) для обробки інформації виникла необхідність розробки та систематизації способів та прийомів обробки, передачі та використання інформації, тобто необхідність розвитку інформаційної технології, що привело до появи нової області знань (науки). В США та Великобританії така наука має назву *computer science* (наука про обчислювальну техніку). У Франції вона отримала назву *informatique* (інформатика), звідки і прийшла до нас. Далі надамо два варіанти означення інформатики: перший більш узагальнений погляд на цю область знань, а другий – з акцентом на сучасні засоби обчислювальної техніки.

1) *Інформатика* – наука, яка вивчає структуру та загальні властивості наукової інформації, а також завдання збору, збереження, пошуку, переробки,

перетворення, розповсюдження та використання її в різних сферах діяльності людини [2].

2) *Інформатика* – наука про систематизацію прийомів створення, збереження, обробки та передачі інформації засобами обчислювальної техніки, а також принципів функціонування цих засобів та методів управління ними [3].

Таким чином, інформатика стоїть дуже близько до технології і вирішує ряд основних завдань:

Як приймати та зберігати інформацію?

Як обробляти інформацію та перетворювати її у форму, яка необхідна споживачу?

Як використовувати обчислювальну техніку з найбільшою ефективністю?

Як використовувати досягнення інших наук для розвитку обчислювальних засобів?

Як керувати засобами обробки інформації?

Будь-яке керування ґрунтується на інформації. Поняття інформації має узагальнений філософський смисл і відображає одну з об'єктивних властивостей матеріального світу. Воно використовується в різних значеннях і має ряд визначень. Давно, на наш погляд, більш узагальнене означення інформації.

Інформація – це сукупність повідомлень про властивості об'єктів, зміну їх стану, протікання процесів у природі, виробництві та суспільстві. Взагалі, інформація – це те, що зменшує невідомість, невизначеність (ентропію). Чим більша ентропія системи (повідомлення), тим більше інформації можна отримати, якщо зняти невизначеність, наприклад, нове відкриття (нове знання) в науці знімає невизначеність відносно об'єкта дослідження. Термін "ентропія" ввів німецький фізик Клаузіус для опису невизначеності стану речовини. Широке використання цей термін набув у термодинаміці Больцмана, звідки і був запозичений у теорію інформації.

Інформація передається за допомогою повідомлень (показники приладів, команди керування, слова, картинки, звуки тощо). Матеріальною оболонкою повідомлень є сигнали різних видів, тобто повідомлення передаються за

допомогою сигналів (радіосигнали, звукові сигнали, кольорові сигнали тощо). Тут ми не будемо приділяти увагу конкретним типам інформаційних сигналів (це не є предметом дисципліни), а способи представлення інформації розглянемо далі. Отже, загальне означення інформації, яке було б строго науковим і задовольняло усі області науки і техніки дати дуже важко.

Наведемо визначення терміну "*екологічна інформація*". Інформація про стан навколишнього природного середовища (екологічна інформація) – це будь-яка інформація в письмовій, аудіовізуальній, електронній чи іншій матеріальній формі про: стан навколишнього природного середовища чи його об'єктів – землі, вод, надр, атмосферного повітря, рослинного і тваринного світу та рівні їх забруднення; біологічне різноманіття і його компоненти, включаючи генетично видозмінені організми та їх взаємодію із об'єктами навколишнього природного середовища; джерела, фактори, матеріали, речовини, продукцію, енергію, фізичні фактори (шум, вібрацію, електромагнітне випромінювання, радіацію), які впливають або можуть вплинути на стан навколишнього природного середовища та здоров'я людей; загрозу виникнення і причини надзвичайних екологічних ситуацій, результати ліквідації цих явищ, рекомендації щодо заходів, спрямованих на зменшення їх негативного впливу на природні об'єкти та здоров'я людей; екологічні прогнози, плани і програми, заходи, в тому числі адміністративні, державну екологічну політику, законодавство про охорону навколишнього природного середовища; витрати, пов'язані зі здійсненням природоохоронних заходів за рахунок фондів охорони навколишнього природного середовища, інших джерел фінансування, економічний аналіз, проведений у процесі прийняття рішень з питань, що стосуються довкілля.

Можна виділити основні загальні властивості інформації: її можна приймати, передавати, зберігати та перетворювати. Ці властивості використовуються для побудови різноманітних інформаційних (кібернетичних) систем, центральним елементом яких є обчислювальні системи (ПЕОМ). Таким чином, перш ніж перейти до вивчення обчислювальних засобів обробки

інформації необхідно ближче познайомитися з поняттям інформації та її представленням в комп'ютерних системах.

1.2. Інформація як об'єкт обчислювальної системи

Для використання терміна "інформація" в комп'ютерних (кібернетичних) системах необхідна одиниця вимірювання, тобто кількісна міра інформації. В сучасних технічних системах для кількісної оцінки інформації використовують статистичний підхід, в рамках якого інформація розглядається як сукупність відомостей, повідомлень про поведінку деякої системи, яка випадково може знаходитись в одному з можливих станів. Така система має деяку ступінь невизначеності (ентропію) і фактичний стан її до отримання повідомлення залишається невідомим. Повідомлення про фактичний стан системи, яку ми розглядаємо, і є інформація про неї.

Якщо стан системи визначений і не може змінюватись або всі можливі зміни станів відомі до появи повідомлення про них, то смислу передавати повідомлення про систему немає. Воно не представляє інтересу, не дає нічого нового, тобто не несе інформацію (наприклад, "січень – перший місяць року"). Очевидно й те, що повідомлення про невідомий фактичний стан системи буде нести тим більше інформації, чим більший ступінь невизначеності системи (більша ентропія системи), тобто чим більша кількість станів, які вона може приймати. Для ілюстрації сказаного розглянемо приклад.

Приклад 1.1. Дві географічні зони поділені на чотири сектори кожна. Спостерігач першої зони доповів, що пожежа може виникнути тільки у секторі 3. Спостерігач другої зони доповів, що у секторі 4 пожежа неможлива. Потрібно оцінити кількість інформації у повідомленнях спостерігачів.

Припустимо, що кожна зона – це система, яка має 4 стани ($N = 4$), тому що пожежа може виникнути у кожному з 4-х секторів. Вважаючи кожний стан рівноімовірним, ступінь невизначеності (ентропії) H можна прийняти рівним кількості станів: $H = N = 4$ одиниці.

Будемо оцінювати кількість інформації I у повідомленні кожного спостерігача як величину, на яку зменшилась невизначеність (ентропія H)

системи в результаті отримання повідомлення. Після повідомлення першого спостерігача система стала повністю відомою, тобто "пожежа у секторі 3", невідомих (невизначених) станів немає. Тому $N'_1 = 0$, а значить ентропія у даному випадку повністю знята, тобто $H'_1 = 0$. Отже, кількість інформації в доповіді першого спостерігача оцінюється так:

$$I_1 = H - H'_1 = 4, \quad (1.1)$$

де I_1 – кількісне значення інформації, од.

Повідомлення другого спостерігача зменшило ентропію тільки на одиницю ("у 4-му секторі пожежі немає"), але залишилися невизначеними останні три стани системи ($N'_2 = 3$). Тому ентропія знята не повністю, $H'_2 = 3$ од. Кількість інформації I_2 прийме значення:

$$I_2 = H - H'_2 = 4 - 3 = 1 \text{ (од.)}. \quad (1.2)$$

З прикладу 1 видно, що чим більша кількість можливих станів системи N , тим більша ентропія (невизначеність) H системи, тому більшу кількість інформації несе в собі повідомлення про стан системи. Таким чином, кількісною мірою інформації (або кількісною мірою невизначеності) може бути число можливих станів системи N :

$$I = H - H' = N - N'. \quad (1.3)$$

Однак, такий спосіб вимірювання кількості інформації незручний тим, що при $N = 1$ (система може знаходитись тільки в одному стані, тобто система визначена) маємо $N = H = 1$, коли ентропія H повинна дорівнювати нулю (для визначеної системи $H = 0$). При оцінюванні кількості інформації (1.3) в повідомленнях невизначеність (ентропію) системи зручніше виражати не числом можливих невідомих станів її до отримання повідомлення ($N = H$) та після отримання ($N' = H'$), а деякою іншою величиною, яка була б функціонально зв'язана з N , але не суперечила логічним уявленням про невизначеність (ентропію) та інформацію.

Отже, вимогами до кількісної міри інформації є:

- функціональний зв'язок з числом можливих невідомих станів системи N ($I = f(N)$);

- рівність нулю ($I = 0$), коли система визначена, тобто $N = 1$;
- збільшення із ростом N ($I \uparrow = f(N \uparrow)$);
- приймати значення не менше нуля $I \geq 0$ (тому що повідомлення може або нести інформацію ($I > 0$), або ні ($I = 0$), але виносити інформацію не може).

Таким вимогам задовольняє логарифмічна міра інформації, яка була запропонована американським вченим Л. Хартлі у 1928 р.:

$$I = \log N. \quad (1.4)$$

Якщо позначити число можливих станів системи до повідомлення як N , а після повідомлення – як N' , ентропія H стану системи x до повідомлення $H(x) = \log N$, після повідомлення $H'(x) = \log N'$. Тоді кількість інформації можна оцінити як різницю ентропій стану системи до та після повідомлення:

$$I = H(x) - H'(x) = \log N - \log N' = \log \frac{N}{N'}. \quad (1.5)$$

При повних відомостях про стан системи, тобто якщо після отримання повідомлення точно відомий тільки один стан системи $N' = 1$ (повідомлення першого спостерігача у прикладі 1.1), то з формули (1.5) маємо

$$I(x) = \log N - \log 1 = \log N - 0 = \log N. \quad (1.6)$$

Формула Хартлі має один суттєвий недолік – усі можливі стани системи передбачаються рівнозначними, тобто ймовірності появи одного з можливих станів рівні:

$$p_1 = p_2 = p_3 = \dots = p_N.$$

Реальні системи, як правило, мають нерівнозначні стани, тому у 1948 р. американський математик Клод Ельвуд Шеннон запропонував оригінальний метод оцінки кількості інформації з використанням тієї ж логарифмічної функції, але з урахуванням ймовірності появи повідомлень про відповідний стан системи, що поклало початок розвитку статистичної теорії інформації.

За Шенноном для визначення ентропії системи беруть суму добутків ймовірностей p_i появи кожного з i -х станів системи на логарифми цих ймовірностей:

$$H(x) = -\sum_{i=1}^N p_i \log p_i, \quad (1.7)$$

де знак мінус перед сумою враховує від'ємне значення логарифмічної функції, оскільки $0 \leq p_i \leq 1$, то $\log p_i < 0$.

Ентропія зручна для оцінки ступеня невизначеності системи через ряд властивостей:

1) ентропія дорівнює нулю, якщо система може приймати один стан з ймовірністю $p = 1$, тобто коли стан системи визначений: $H(x) = -1 \log 1 = 0$;

2) максимальне значення ентропія досягає, коли всі стани системи рівноімовірні, тобто $p_1 = p_2 = \dots = p = \frac{1}{N}$.

Із формули (1.7) маємо:

$$H_{\max}(x) = -Np \log p = -N \frac{1}{N} \log \frac{1}{N} = -1(\log 1 - \log N) = \log N.$$

Для аналізу інформаційних процесів в комп'ютерних системах використовують логарифм з основою 2 ($\log_2 N$), оскільки в принципі побудови і функціонування сучасної цифрової техніки закладена двійкова система числення. Тоді одиницею вимірювання ентропії, а також інформації називають "bit" (від англ. bit – binary digit, двійковий знак).

Таким чином, кількість інформації про деяку систему X дорівнює значенню, на яке зменшується ентропія цієї системи у результаті отримання повідомлення (1.5):

$$I = H(x) - H'(x).$$

Приклад 1.2. Кількість інформації у повідомленнях (при використанні ПЕОМ) можна визначити так:

$$I_1(x) = H_1(x) - H_1^1(x) = \log_2 4 - \log_2 1 = 2 \text{ біт},$$

$$I_2(x) = H_2(x) - H_2^1(x) = \log_2 4 - \log_2 3 = 2 - 1,6 = 0,4 \text{ біт}.$$

Якщо стани системи мають різну ймовірність появи ($p_1 \neq p_2 \neq p_3 \neq \dots \neq p_N$), то для оцінки кількості інформації використовують

формулу Шеннона. Наприклад, якщо $p_1 = 0,2$; $p_2 = 0,3$; $p_3 = 0,4$; $p_4 = 0,1$, то для повідомлення прикладу маємо:

$$I_1(x) = -\sum_{i=1}^4 p_i \log_2 p_i = 1,85 \text{ біт},$$

$$I_2(x) = -\sum_{i=1}^4 p_i \log_2 p_i - \left(-\sum_{i=1}^3 p_i \log_2 p_i \right) = 1,85 + (0,2 \log_2 0,2 + 0,3 \log_2 0,3 + 0,4 \log_2 0,4) = 1,85 - 1,51 = 0,34 \text{ біт}.$$

Із порівняння формул (1.4) і (1.7) підхід, запропонований Хартлі (для систем із рівноймовірними станами), є частковим рішенням формули Шеннона. Для систем, які мають різні імовірнісні стани, розрахунки ентропії та кількості інформації за Хартлі дадуть завищені результати.

Статистичний підхід до кількісної оцінки інформації (формула Шеннона) широко використовується в наукових дослідженнях та при розв'язуванні багатьох важливих практичних питань. Наприклад, задачі оптимального кодування повідомлень в системах передачі інформації, визначення пропускної здатності каналів із завадами, розрахунок ємності запам'ятовуючих пристроїв для зберігання інформації тощо. При цьому кількість інформації можна вимірювати в бітах.

1.3. Архітектура та структурна схема персонального комп'ютера

Архітектурою персонального комп'ютера (ПК) називають його опис на деякому загальному рівні, що включає опис системи команд, системи адресації, організації пам'яті і т. д. Архітектура визначає принципи дії, інформаційні зв'язки і взаємодію головних пристроїв ПК. Уніфікація архітектури ПК забезпечує їх сумісність з точки зору користувача.

Структура ПК – це сукупність елементів і зв'язків між ними. Одним із основоположників вчення про архітектуру обчислювальних машин був Джоном фон Нейманом. Сукупність цих принципів породила класичну (фон-нейманівську) архітектуру ПЕОМ [2]. Фон Нейман не тільки висунув

основоположні принципи логічної побудови ПК, а й запропонував її структуру (рис. 1.1).

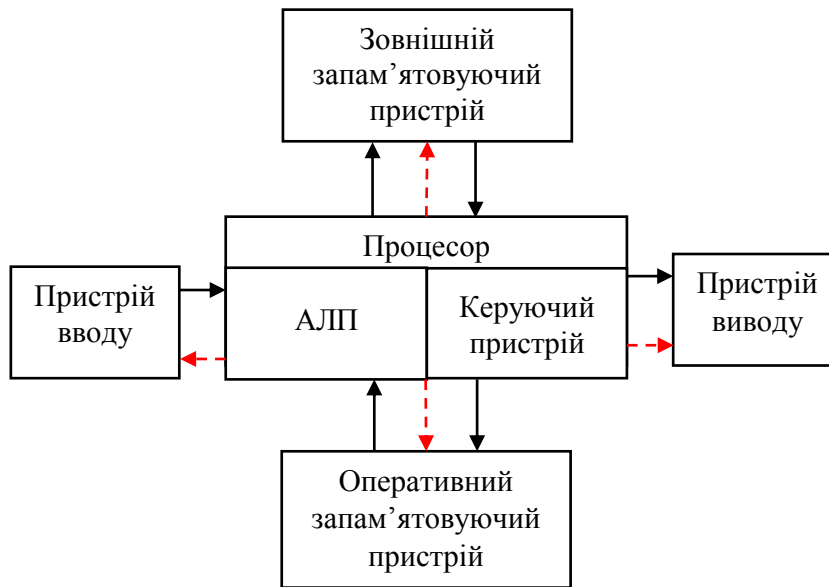


Рис. 1.1.

Положення фон Неймана:

1. Комп'ютер складається з декількох основних пристроїв (арифметико-логічний пристрій, керуючий пристрій, пам'ять, зовнішня пам'ять, пристрої введення і виведення).
2. Арифметико-логічний пристрій (АЛП) – виконує логічні і арифметичні дії, необхідні для обробки інформації, що зберігається в пам'яті.
3. Керуючий пристрій – забезпечує управління і контроль всіх пристроїв комп'ютера (керуючі сигнали вказані пунктирними стрілками).
4. Дані, які зберігаються в запам'ятовуючому пристрої, представлені в двійковій формі.
5. Програма, яка задає роботу комп'ютера, і дані зберігаються в одному й тому ж запам'ятовуючому пристрої.
6. Для введення і виведення інформації використовуються пристрої введення і виведення.

Один з найважливіших принципів – принцип збереженої програми – вимагає, щоб програма закладалася в пам'ять машини так само, як в неї закладається початкова інформація. Арифметико-логічний пристрій і пристрій управління в сучасних комп'ютерах утворюють процесор ПК.

Процесор – функціональна частина ПК, що виконує основні операції по обробці даних і управлінню роботою інших блоків. Процесор є перетворювачем інформації, що надходить з пам'яті і зовнішніх пристроїв.

Запам'ятовуючі пристрої забезпечують зберігання вихідних і проміжних даних, результатів обчислень, а також програм. Вони включають: оперативні (ОЗП), надоперативні (НОЗП), постійні (ПЗП) і зовнішні (ЗЗП) запам'ятовуючі пристрої.

Оперативні ЗП зберігають інформацію, з якою комп'ютер працює безпосередньо в даний час (резидентна частина операційної системи, прикладна програма, оброблювані дані). У НОЗП зберігаються найчастіше використовувані процесором дані. Тільки та інформація, яка зберігається в НОЗП і ОЗП, безпосередньо доступна процесору.

Зовнішні запам'ятовуючі пристрої (жорсткий диск або вінчестер) з ємністю набагато більше, ніж ОЗП, але із значно повільнішим доступом, використовуються для тривалого зберігання великих обсягів інформації. Наприклад, операційна система (ОС) зберігається на жорсткому диску, але при запуску комп'ютера резидентна частина ОС завантажується в ОЗП і знаходиться там до завершення сеансу роботи ПК.

ПЗП (постійні запам'ятовуючі пристрої) і ППЗП (перепрограмовані постійні запам'ятовуючі пристрої) призначені для постійного зберігання інформації, яка записується туди при її виготовленні, наприклад, ППЗП для BIOS. В якості пристрою введення інформації служить, наприклад, клавіатура, пристроєм виводу – дисплей, принтер тощо. У побудованій за схемою фон Неймана ПЕОМ відбувається послідовне зчитування команд з пам'яті і їх виконання. Номер (адреса) чергової комірки пам'яті, з якої буде витягнута наступна команда програми, вказується спеціальним пристроєм – лічильником команд в пристрої управління.

Структурна схема та пристрої ПК

Основним пристроєм ПК є *материнська плата*, яка визначає його конфігурацію, а з'єднання всіх пристроїв в єдину систему забезпечується за

допомогою *системної магістралі (шини)*. Шина – це лінії передачі даних, адрес і управління (рис. 1.2).

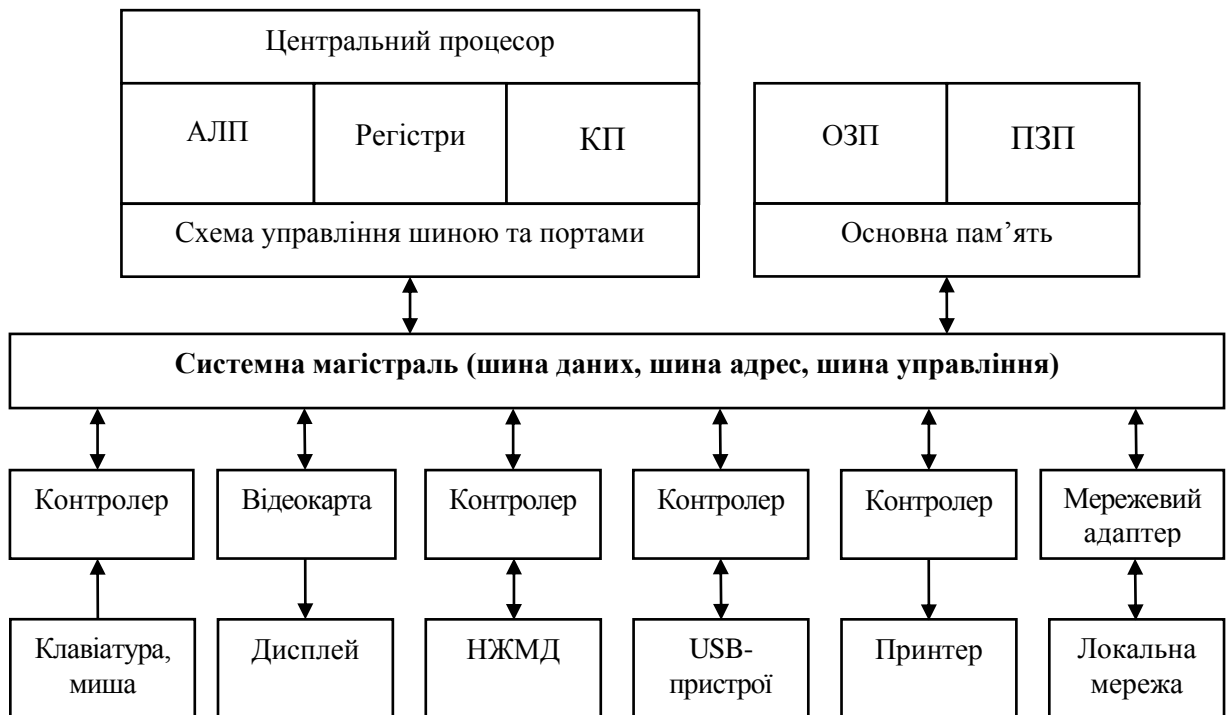


Рис. 1.2.

Ядро ПК утворюють процесор (центральний мікропроцесор) і основна пам'ять, що складається з ОЗП і ПЗП або ППЗП. ПЗП призначена для запису і постійного зберігання даних. Підключення всіх зовнішніх пристроїв: клавіатури, монітора, зовнішніх ЗП, миші, принтера тощо реалізується через контролери, адаптери, карти. Контролери, адаптери або карти мають свій процесор і свою пам'ять, тобто представляють собою *спеціалізований процесор*.

Процесор

Центральний процесор представляє собою невелику мікросхему, що виконує всі обчислення й обробку інформації і є ядром ПК. У комп'ютерах типу IBM PC використовуються мікропроцесори фірми Intel і сумісні з ними мікропроцесори інших фірм. Компоненти мікропроцесора:

1. АЛП, що виконує логічні і арифметичні операції.
2. Пристрій управління, який керує всіма пристроями ПК.
3. Регістри, що використовуються для зберігання даних і адрес.

4. Схема управління шиною і портами – здійснює підготовку пристроїв до обміну даними між мікропроцесором і портом введення-виведення, а також управляє шиною адреси і управління.

Основні характеристики процесора:

1. Розрядність – число двійкових розрядів, одночасно оброблюваних при виконанні однієї команди. Сучасні процесори мають розрядність 86-х та 64-х.

2. Тактова частота – кількість циклів роботи пристрою за одиницю часу. Чим вища тактова частота, тим вища продуктивність.

3. Розмір кеш-пам'яті.

Оперативна пам'ять

Оперативний запам'ятовуючий пристрій (ОЗП або RAM) – область пам'яті, призначена для зберігання інформації протягом одного сеансу роботи з ПК. Конструктивно ОЗП виконано у вигляді інтегральних мікросхем. З неї процесор зчитує програми і вихідні дані для обробки у свої регістри, в неї записує отримані результати. Назву "оперативна" ця пам'ять одержала тому, що вона працює дуже швидко, в результаті процесору не доводиться чекати при читанні або записі даних у пам'ять.

Однак, швидкодія ОЗП нижча швидкодії регістрів процесора, тому перед виконанням команд процесор переписує дані з ОЗП в регістри. За принципом дії розрізняють динамічну пам'ять і статичну. Осередки динамічної пам'яті являють собою мікроконденсатори, які накопичують заряд на своїх обкладках. Осередки статичної пам'яті являють собою тригери, які можуть знаходитися в двох стійких станах. Основні параметри, які характеризують ОЗП – це ємність і час звернення до пам'яті. ОЗП типу DDR SDRAM (синхронна пам'ять з подвійною швидкістю передачі даних) вважається найбільш перспективною.

Кеш-пам'ять

Кеш мікропроцесора – кеш (надоперативна пам'ять), використовуваний мікропроцесором комп'ютера для зменшення середнього часу доступу до пам'яті. Є одним з верхніх рівнів ієрархії пам'яті [2]. Кеш використовує

невелику, дуже швидко пам'ять (зазвичай типу SRAM), яка зберігає копії часто використовуваних даних з основної пам'яті. Якщо більша частина запитів в пам'ять буде оброблятися кешем, середня затримка звернення до пам'яті буде наближатися до затримок роботи кеша. Коли процесору потрібно звернутися в пам'ять для читання або запису даних, він спочатку перевіряє, чи доступна їх копія в кеші. У разі успіху перевірки процесор виробляє операцію, використовуючи кеш, що є швидшим за використання більш повільної основної пам'яті.

Більшість сучасних мікропроцесорів для комп'ютерів і серверів мають як мінімум три незалежних кеша: кеш інструкцій для прискорення завантаження машинного коду, кеш даних для прискорення читання і запису даних і буфер асоціативної трансляції для прискорення трансляції віртуальних (математичних) адрес у фізичні, як для інструкцій, так і для даних. Кеш даних часто реалізується у вигляді багаторівневого кешу (L1, L2, L3). Збільшення розміру кеш-пам'яті позитивно впливає на продуктивність майже всіх додатків.

Контролери

Тільки та інформація, яка зберігається в ОЗП, доступна процесору для обробки. Тому необхідно, щоб у його оперативній пам'яті знаходилися програма і дані. У ПК інформація із зовнішніх пристроїв (клавіатури, жорсткого диска і т. д.) пересилається в ОЗП, а інформація (результати виконання програм) з ОЗП також виводиться на зовнішні пристрої (монітор, жорсткий диск, принтер і т. д.). Таким чином, в комп'ютері повинен здійснюватися обмін інформацією (введення-виведення) між оперативною пам'яттю і зовнішніми пристроями.

Пристрої, які здійснюють обмін інформацією між оперативною пам'яттю і зовнішніми пристроями називаються *контролерами* або *адаптерами*, іноді *картами*. Контролери, адаптери або карти мають свій процесор і свою пам'ять, тобто являють собою спеціалізований процесор. Контролери або адаптери (схеми, що керують зовнішніми пристроями комп'ютера) знаходяться на

окремих платах, які вставляються в уніфіковані роз'єми (слоти) на материнській платі.

Системна магістраль

Системна магістраль (шина) – це сукупність проводів і роз'ємів, що забезпечують об'єднання всіх пристроїв ПК в єдину систему та їх взаємодія [3]. Для підключення контролерів або адаптерів сучасні ПК забезпечені такими слотами як PCI. Слоти PCI – E Express для підключення нових пристроїв до більш швидкісній шині даних. Слоти AGP призначені для підключення відеоадаптера. Для підключення накопичувачів (жорстких дисків і компакт-дисків) використовуються інтерфейси IDE/ATA/SATA/SCSI/SAS.

Інтерфейс – це сукупність засобів з'єднання та зв'язку пристроїв комп'ютера. Підключення периферійних пристроїв (принтери, миша, сканери і т. д.) здійснюється через спеціальні інтерфейси, які називаються *портами*.

Слоти (роз'єми) розширення конфігурації ПК призначені для підключення додаткових пристроїв до основної шини даних ПК. До основних плат розширення, призначених для підключення до шини додаткових пристроїв, відносяться:

- 1) відеоадаптери (відеокарти);
- 2) звукові плати;
- 3) внутрішні модеми;
- 4) мережеві адаптери (для підключення до локальної мережі);
- 5) SCSI/SAS – адаптери.

Зовнішня пам'ять. Класифікація накопичувачів

Для зберігання програм і даних в ПК використовуються накопичувачі різних типів. *Накопичувачі* – це пристрої для запису і зчитування інформації з різних носіїв інформації. Розрізняють накопичувачі зі змінним і вбудованим носієм. До дискових накопичувачів відносяться:

- накопичувачі на інтегрованих жорстких дисках (вінчестери);
- накопичувачі на дискретних (роздільних) жорстких дисках;

– накопичувачі на оптичних дисках (CD-R CD-RW CD-ROM) з одноразовим записом і накопичувачі на оптичних DVD-дисках (DVD-R, DVD-RW і ін.).

Додаткові пристрої

Периферійні пристрої – це пристрої, які підключаються до контролерів ПК і розширюють його функціональні можливості. За призначенням додаткові пристрої поділяються на:

- пристрої введення (джойстики, сканери, цифрові камери, диджитайзери та ін.);
- пристрої виведення (принтери);
- пристрої зберігання (HDD);
- пристрою обміну (модеми).

1.4. Види програмного забезпечення

В основу роботи комп'ютерів покладено програмний принцип керування, який полягає в тому, що комп'ютер виконує дії за заздалегідь заданою програмою. Цей принцип забезпечує універсальність використання комп'ютера: у певний момент часу розв'язується задача відповідно до вибраної програми.

Програмне забезпечення (ПЗ) – це сукупність програм, які забезпечують спілкування користувача з комп'ютерною технікою і орієнтуються на вирішення задач певного класу. ПЗ містить у собі операційні системи (ОС), пакети прикладних програм (ППП) і системи програмування (СП). Основним призначенням ОС є здійснення керування даними, процесами, задачами, завданнями й забезпечувати зв'язок людини з ПЕОМ. Склад програмного забезпечення ПЕОМ показаний на рис. 1.3.

Операційна система (ОС) – комплекс управляючих і оброблюючих програм, які, з одного боку, виступають як інтерфейс між пристроями обчислювальної системи і прикладними програмами, а з іншого боку – призначені для управління пристроями, управління обчислювальними

процесами, ефективного розподілу обчислювальних ресурсів між обчислювальними процесами і організації надійних обчислень.

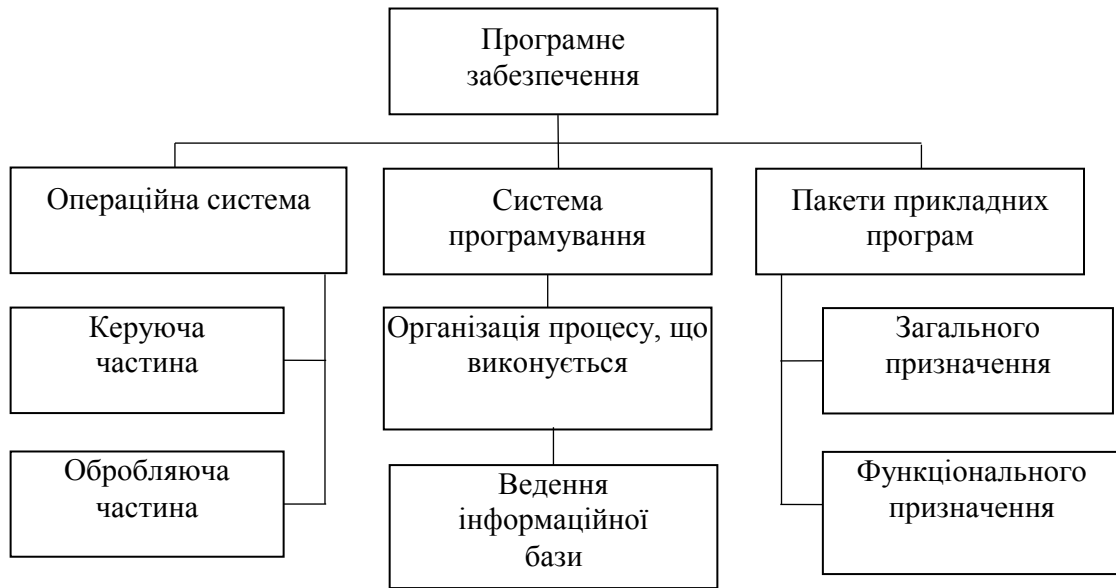


Рис. 1.3.

ОС є ядром ПЗ й складається з керуючої й обробляючої частин. Керуюча частина забезпечує розв'язок завдання в необхідному режимі, обробляюча частина – транслює зміст завдання, записаного на деякій мові програмування, здійснює редагування програмних модулів і генерує необхідну конфігурацію обчислювальної системи в цілому. Особливу увагу слід звернути на вибір мережних ОС. Слід урахувувати, наскільки система здатна взаємодіяти з іншими ОС мережі, як забезпечує безпеку й захищеність даних, скільки користувачів може обслуговувати, чи можна її переносити на іншу платформу тощо. Внутрішнє ПЗ тісно зв'язане зі структурою ЕОМ і реалізує можливості, закладені в апаратурі.

Система програмування (СП) призначена для автоматизації процесу програмування завдань і містить зручну для роботи програміста інструментальну оболонку, транслятори алгоритмічних мов високого рівня й обслуговуючі програми. СП містить засоби автоматизованої розробки й налагодження програм, організації виконаного процесу і ведення інформаційної бази. Прикладами систем програмування є Turbo Pascal, Microsoft Visual Basic, Borland C++ , Microsoft Visual Studio та ін.

Мова програмування – система формального опису різних завдань за допомогою обмеженого набору термінів за певними правилами користування ними. Серед них слід виділити мови високого рівня C++, C#, Java, JavaScript, Python, PHP, Ruby, Perl, Pascal, Delphi, Лисп.

Транслятор – програмуюча програма для перекладу програми, записаної вхідною мовою, у машинні коди.

Машинна (робоча) програма – програма розв'язку деякого завдання, записана в машинних кодах.

По виду трансляції системи ділять на *інтерпретуючі* (проводиться покроковий переклад інструкцій з мови програмування на машинну мову), та *компілюючі* (виконується переклад інструкцій усього модуля з мови програмування на машинну мову).

Пакети прикладних програм (ППП) – сукупність програм, сумісних між собою, що забезпечують розв'язок завдань із деякої галузі знань, яка називається предметною областю пакета. ППП можуть бути програми загального призначення (ПЗП) і програми функціонального призначення (ПФП). До ПЗП можна віднести системи програмування на мовах високого рівня, СКБД, програми-редактори текстів, зображень, видавничі системи. Перші реалізують типові режими роботи обчислювальної системи. До ПФП належать пакети програм, призначені для розв'язку завдань у певній предметній області. Розподіл цей є досить умовним. ППП – структурно складні системи програм, призначені для розв'язку завдань певного класу. Проблемно-орієнтовані системи призначені для автоматизованого створення ПЗ. На їхній основі створюються ППП для обчислювального процесу й ведення інформаційної бази. Стандартна програма (прикладна програма) – загальноживана програма, побудована так, що її можна включати до складу ППП для розв'язку різних завдань.

Бібліотеки стандартних програм формуються й утримуються на машинних носіях під певними іменами (бібліотеки статистичної обробки даних, диференціального й інтегрального числення і т. д.). Наприклад, MathCad – система комп'ютерної алгебри з класу систем автоматизованого проектування,

орієнтована на підготовку інтерактивних документів з обчисленнями і візуальним супроводженням, відрізняється легкістю використання та застосування для колективної роботи.

Контрольні питання та завдання до розділу 1

1. Що вивчає наука інформатика?
2. Поясніть терміни "інформація" та "ентропія".
3. Як оцінюється кількість інформації в компютерних системах?
4. Скільки необхідно двійкових знаків для передачі інформації про один із 16 можливих станів системи?
5. Чим відрізняється оцінка кількості інформації за Хартлі та Шеноном?
6. Які одиниці визначають процеси передачі, обробки та зберігання інформації.
7. Перерахуйте основні групи операцій, які виконуються над інформацією в компютерних системах.
8. Поясніть особливість повної автоматизації обробки інформації. В чому її відмінність від ручної обробки інформації?
9. Які методи використовуються для контролю переносу інформації на машинний носій?
10. В чому полягає особливість ведення інформаційних масивів?
11. Які принципи лежать в основі побудови сучасних компютерних систем?
12. З яких пристроїв складається структура ПК?
13. Якими параметрами характеризується ОЗП?
14. Поставте замість знака * відповідне число:
 - 1 байт = * біт;
 - 1 Мбайт = * байт;
 - 3 Мбайт = * байт;
 - 1 Гбайт = * байт;
 - 1 Тбайт = * байт.

15. Визначте необхідний набір елементів ПК (сказати тип процесора, його основні характеристики) для приймання, обробки та зберігання інформації (розрядність 64х).

16. Визначити ємність ОЗП для зберігання 256 сторінок текстової інформації, якщо для збереження однієї сторінки необхідно 4 Кбайти.

17. Якими способами можна збільшити швидкодію процесора?

18. Які складові програмного забезпечення ПК?

19. Дайте визначення системи програмування. Які сучасні системи програмування ви знаєте?

20. Поставити відповідність між типом програмного забезпечення та категорією, до якої воно відноситься.

MathCad	пакет прикладних програм
Matlab	
C++	система програмування
Linux	
Maple	операційна система
Windows 8	
Turbo Pascal	мова програмування
Borland Delphi	