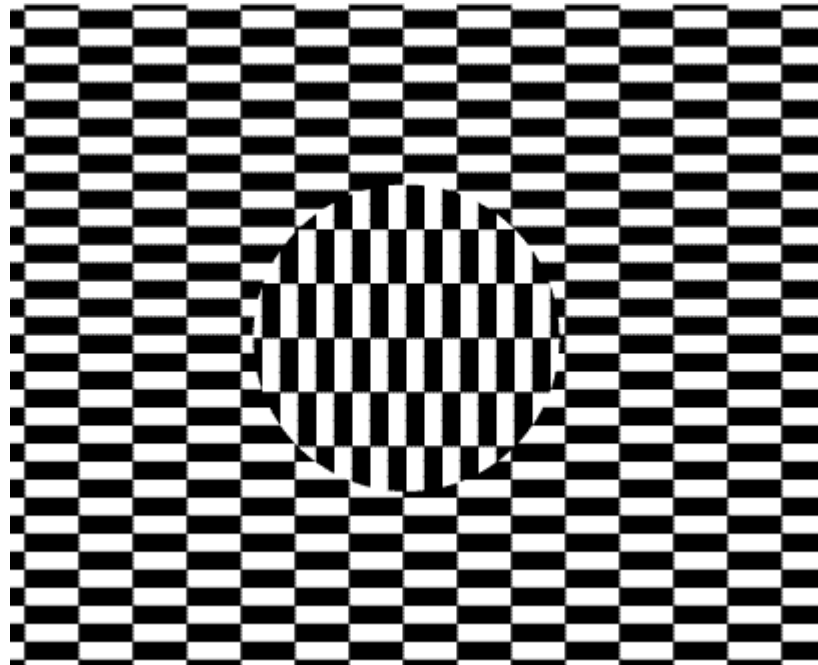


Тернопільський національний економічний університет

**Добротвор І. Г., Саченко А.О., Буяк Л.М.**

Навчальний посібник з дисципліни  
**“СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ”**



для студентів освітньо-професійної програми «Системний аналіз» зі  
спеціальності 124 «Системний аналіз»

**Тернопіль**

**2019**

УДК 657.466

ББК 65.052.9 (4 УКР) X 76

Рекомендовано до видання Науково-методичною радою з питань якості вищої освіти Тернопільського національного економічного університету, протокол №3 від 24.01.19р.

Системний аналіз: навчальний посібник / І.Г. Добротвор, А.О. Саченко, Л.М. Буяк. – Тернопіль: ТНЕУ, 2019. - 200с.

У навчальному посібнику приведено основні означення, аксіоми та положення загальної теорії систем, описано алгоритми функціонування методів основ системного аналізу. Матеріал супроводжується великою кількістю прикладів станів систем та їх схем, лістингів обробки характеристик еволюції систем з метою виявлення особливостей і оптимальних параметрів прийняття рішень. Методологія системного аналізу передбачає вивчення складових системи, їх властивостей та відношень, теорія алгоритмізації інформаційних процесів, практичні навички використання системної методології для аналізу інформаційних систем, інші задачі, що зустрічаються в конкретних проблемах економіки.

Посібник розроблено у відповідності до навчальної програми курсу «Системний аналіз» (ТНЕУ).

Рецензенти:

Крилов Віктор Миколайович, - докт. техн. наук, професор, Одеський національний політехнічний університет,

Андрощук О.С., - докт. техн. наук, професор, Національна академія Державної прикордонної служби імені Богдана Хмельницького,

Литвин Василь Володимирович, - докт. техн. наук, професор, Національний університет «Львівська політехніка».

© І.Г. Добротвор, А.О. Саченко, Л.М. Буяк, 2019

## ЗМІСТ

<b>Вступ</b>	4
<b>Системне мислення – шляхи розвитку і поточний стан</b>	4
<b>Розділ 1. Загальна теорія систем</b>	6
§ 1.1. Вступ в теорію систем	6
§ 1.2. Аксиоми	7
§ 1.3. Основні характеристики систем	21
1.3.1 Якість результату дії	21
1.3.2 Проста системна функціональна одиниця	26
1.3.3 Прямий позитивний зв'язок	30
1.3.4 Кількість результату дії	41
1.3.5 <b>Негативний</b> зворотний зв'язок	43
1.3.6 Принцип незалежності результату дії	49
1.3.7 Цикли системи і перехідні процеси	50
1.3.8 Функціональний <b>стан</b> системи	58
§ 1.4. Еволюція систем	69
1.4.1. Складний блок управління	69
1.4.2. Самонавчальний блок управління	74
1.4.3. Сигнальні системи	77
1.4.4. Системи, здатні до самоорганізації	79
1.4.5. Види самоорганізації	86
<b>Розділ 2. Системний аналіз</b>	88
§ 2.1. Складність систем	89
§ 2.2. Ієрархія цілей і систем	94
§ 2.3. Наслідки <b>з</b> аксіом	101
<b>Висновки</b>	110
<b>Перелік питань підсумкового контролю</b>	112
<b>Тести</b>	115
<b>Варіанти індивідуальних завдань</b>	162
<b>Література</b>	197

## ВСТУП

**Мета** вивчення дисципліни – забезпечення майбутніх фахівців знаннями та вміннями постановки системних досліджень, побудови моделей і застосування системного аналізу до розв’язування задач зі спеціальності.

**Завдання** вивчення дисципліни:

- ознайомитися з теоретичною базою та методами досліджень, використовуваними в умовах недостатньої інформації і високої невизначеності, відсутності кількісних даних і навіть за відсутності початкової інформації;
- дати студентам уявлення про сучасні методи системних досліджень, методологію прикладних досліджень соціальних, економічних і технічних систем;
- навчитися практичному використанню методів системного аналізу на конкретних прикладах соціальних, економічних і політичних систем.

**Вимоги** до знань та вмінь:

- знати: основні поняття, категорії, принципи системного аналізу; методіку розв’язання погано структурованих задач за допомогою системного аналізу; основні методи якісного та формалізованого системного аналізу.
- вміти: використовувати методи та моделі системного аналізу до нинішніх умов розвитку українського суспільства та світової спільноти в цілому.

## СИСТЕМНЕ МИСЛЕННЯ – ШЛЯХИ РОЗВИТКУ І ПОТОЧНИЙ СТАН

Немає жодної сторони нашого життя, яких не торкався б системний аналіз (СА). Відомо, що будь-який об’єкт складається з деяких частин, з’єднаних яким-небудь чином. Співтовариства людей, поклади мінеральних копалин, планетні системи, системи радіозв’язку і телебачення, атомарні, політичні, гуманітарні, екологічні та інші системи. Усе що нас оточує – все

це системи. Поняття «система» пронизує усе, що наповнює світ, в якому ми існуємо і розвиваємося.

До цих пір немає однозначного визначення самого поняття «система», невідомо, якими мають бути деталі **будови** систем, незрозуміло, чим відрізняються одні системи від інших і так далі. Немає розробленої **загальної** класифікації систем. Ми можемо визначити **будову** систем в кожному окремому випадку, **але** не можемо визначити ті обов'язкові елементи систем, які мають бути **у** будь-яких систем за їх визначенням і з потреби їх функціонування. У нас є багато класифікацій різних систем, тоді як має бути одна і єдина класифікація абсолютно всіх систем.

**Вважається**, що перші уявлення про системи виникли в античній філософії, що висунула онтологічне тлумачення системи як впорядкованості і цілісності буття. Ще в **античній** філософії і науці (Евклід, Платон, Арістотель, стоїки) розроблялася ідея системності знання (аксіоматична **побудова** логіки, геометрія). З кінця XIX століття почалося інтенсивне проникнення поняття системи в різні області конкретно-наукового знання. Важливе значення для цього мало **створення** еволюційної теорії, теорії відносності, квантової фізики, структурної лінгвістики та ін. Виникло **завдання побудови строгого** визначення поняття системи і розробки оперативних методів аналізу систем, яка в принципі не вирішена до цих пір.

У 40—50-х рр. XX століття для задоволення потреб складних систем життєзабезпечення людини, що нестримно розвиваються, електроніки і кібернетики з новою силою **розвиваються** інтенсивні дослідження в цьому **напрямі**. Запропонована в кінці 40-х рр. фон Берталанфі програма **побудови** «**загальної** теорії систем» (ЗТС) з'явилася в одній із перших спроб узагальненого аналізу системної проблематики. Додатково до цього в 50—60 роках були висунуті **ряд** загально-системних концепцій і визначень поняття систем (у США, СРСР, Польщі, Великобританії, Канаді і інших країнах) і ці спроби **тривають** до цих пір.

Не дивлячись на примітивність перших уявлень і понять, основою цих теорій були закони ієрархії, збереження і причинно-наслідкових обмежень. Отже, розробка трьох основних законів, що лежать в основі ЗТС, почалася ще тисячі років тому.

## Розділ 1. Загальна теорія систем

### § 1.1. Вступ в теорію систем

Існує цілий ряд галузей знання, які розглядають системи як об'єкти своєї уваги. Наприклад, існують теорії відкритих, стохастичних, простих, складних, здатних до самоорганізації та інших систем. Але все це окремі випадки Теорії Систем (ТС).

«Система – це набір взаємодіючих елементів», сформулював фон Бергаланфі, один із засновників сучасної ЗТС підкреслюючи, що система – це структура, у якої елементи якимсь чином діють один на одного (взаємодіють).

Постає питання достатності даного визначення, щоб відрізнити систему від не системи. Очевидно що позитивної відповіді немає, тому що у будь-якій структурі пасивно або активно її елементи вони так чи інакше діють один на одного. Будь-який набір елементів завжди так чи інакше діє і неможливо знайти об'єкт, який не здійснював би які-небудь дії. Ці дії можуть бути випадковими, без мети, хоча випадково, але не передбачено, вони можуть сприяти досягненню якої-небудь мети. Таким чином, хоча ознака дії і є основою, вона визначає не поняття системи, а є однією із необхідних умов цього поняття.

Повноцінного визначення поняття «система», ймовірно, немає тому, що недооцінювалося поняття «мета». Будь-які властивості систем, зрештою, пов'язані з поняттям мети, тому що будь-яка система відрізняється від інших систем постійністю своїх дій, а прагнення зберегти цю постійність є відмітною якістю будь-якої системи. У античній філософії вчення про мету

розвивав Арістотель, що тлумачив мету як «те, ради чого» щось існує. Поширюючи уявлення про мету, характерну для людської діяльності, на природу, Арістотель трактував мету як кінцеву причину буття. Будь-яка система завжди призначена для чогось, ціленаправлена і служить для якоїсь певної мети, і мета ставиться не лише перед людиною, але і перед кожною системою, незалежно від її складності.

«Система – це комплекс вибірково залучених елементів, взаємодіючих і сприяючих досягненню заданого корисного результату, який приймається основним системно створюючим чинником», сказав свого часу Анохін.

У сучасному суспільстві системні представлення досягли такого рівня, що роздуми про важливість і корисність системного підходу до вирішення всіх проблем є знайомими, звичними або загальноновизнаними. Не тільки науковці, але й інженери, викладачі, юристи, а також діячі мистецтва знаходять системність і стараються свою роботу свідомо систематизувати. Чим вище ступінь узгодженості у вирішенні проблем, тим більш ефективного вирішення можна сподіватися для будь-яких практичних завдань. Мислення людини також системне, так що системність не з'явилася в другій половині ХХ століття, а набагато раніше, як тільки людина почала думати. Словосполучення, наприклад, «політична система», «нервова система», «система рівнянь» і т.д. означають, що спільним у них є системність.

## §1.2. Аксиоми

Зазвичай як аксіому вибирають такі твердження даної теорії, які є свідомо істинними або можуть в рамках цієї теорії вважатися за істинних. Вся теорія систем побудована на фундаменті чотирьох аксіом:

Аксиома 1 – у системи завжди є одна постійна генеральна мета (принцип цілеспрямованості, передпризначеності систем);

аксиома 2 – мета для систем ставиться ззовні (принцип завдання мети для систем);

аксіома 3 – для досягнення мети система повинна *діяти* певним чином (принцип виконання дії системами);

аксіома 4 – *результат* дії систем існує незалежно від самих систем (принцип незалежності результату дії).

Чотири закони, які виводяться з аксіом:

– 1) закон **збереження** (принцип **постійності** дії систем для **збереження постійності мети**);

– 2) закон причинно-наслідкових обмежень (принцип детермінізму дій систем);

–3) закон ієрархії цілей (принцип розподілу **мети** на підцілі);

–4) закон ієрархії систем (принцип розподілу підцілей між підсистемами і принцип підлеглості підсистем);

.

### **Принцип цілеспрямованості.**

**Насамперед** необхідно визначити, що ми вкладаємо у поняття «система», **тому що**, на перший погляд, існують як мінімум дві групи об'єктів – «системи» і «не система». У якому ж випадку об'єкт є системою? **Ймовірно**, не будь-який об'єкт може бути системою, хоча як системи, так і не системи складаються з множини (компонентів, елементів і так далі). Купа піску у ряді випадків – це структура, **але** не система, хоча і складається із сукупності елементів, що **представляють** неоднорідності щільності в **просторі** (піщинки у поєднанні із пустотами). **Але** в інших випадках ця ж купа піску може бути системою.

Усі об'єкти можна розділити на дві великі групи, якщо подіяти на них якимось *певним визначеним чином* (надати на них одну і ту ж зовнішню дію):

ті, які відрізняються постійністю своїх у відповідь дій;

ті, у яких у відповідь дія не постійна і непередбачувана.

При цьому, якщо ми поміняємо зовнішню дію, то знову **отримаємо** такі ж дві групи, **але** їх склад поміняється: вже інші об'єкти відрізнятимуться



постійністю своїх дій на цю нову дію, а ті які раніше відрізнялися такою постійністю на колишню дію, вже не відрізнятимуться цим при новій дії.

**Означення.** Назвемо *системами* об'єкти, що складаються з набору елементів і відрізняються постійністю своїх дій у відповідь на певні зовнішні дії (рис.1а). А ті, які не відрізняються постійністю своїх дій на ці ж дії, назвемо випадковими наборами елементів по відношенню до цих дій (рис.1б).



(а)



(б)

Рис. 1. а) команда турецької галери, римські легіонери у бойовому строю (система); б) банд-формування часів громадянської війни (басмачі - здебільшого випадковий набір елементів), порушення правил залізниці (зачепери - лишні чужі елементи у системі).

Отже, поняття «система» є *відносним*, залежно від того, як дана група елементів реагує на дану певну зовнішню дію. Якщо вона реагує завжди постійно однаково і передбачено і саме на дану зовнішню дію, ця група елементів є системою по відношенню до даної зовнішньої дії. Якщо на цю ж

зовнішню дію вона реагує непередбачувано або не реагує взагалі, вона не є системою по відношенню до даної зовнішньої дії. Оскільки вона може реагувати передбачено і з постійним ефектом на іншу зовнішню дію, тоді вона вже буде системою, але вже по відношенню до іншої *інакшої певної* зовнішньої дії. Таким чином, постійність і подібність реакції взаємодіючої групи елементів по відношенню до певної зовнішньої дії є критерієм системності.

*Постійність* дій у відповідь на певну зовнішню дію є *метою* даної системи. Отже, мету визначає напрям дій системи. Будь-які системи відрізняються постійністю своїх дій і відрізняються один від одного своїм цілеспрямованістю (передпризначеністю для чогось конкретного). Немає системи «взагалі», є завжди конкретні системи для якоїсь певної мети. Системи спеціально будуються під певну мету. У різних систем різні цілі і саме вони визначають відмінність між системами.

Звідси ж зворотний **висновок** – якщо є яка-небудь система, значить у неї є **мета**. Ми не завжди розуміємо цілі **у** тих або інших систем, **але** вони (цілі) завжди є **у** будь-яких систем. Ми не можемо сказати, для чого потрібний, наприклад, атом водню, **але** не можемо заперечувати, що він потрібний для **створення** полімерних органічних ланцюжків, або, наприклад, для утворення молекули води. **В усякому разі**, якщо нам потрібно **побудувати** молекулу води, то **окрім** атома кисню ми зобов'язані узяти два атоми саме водню, а не вуглецю або якого-небудь іншого елемента.

Системою може бути **тільки** така група елементів, **у** якій результат їх **загальної** взаємодії відрізняється від результатів дії кожного з цих елементів **окремо**. Він може відрізнятися як якісно, так і кількісно. **У** купи піску маса більша, ніж маса окремої піщинки (**відмінність** кількісна). **У** кімнати, стіни якої **побудовані** з цегли, є властивість обмежувати **об'єм простору**, чого немає **у** окремої цегли (**відмінність** якісна).

### **Принцип задання мети.**

Автомобіль призначений для перевезень, калькулятор – для **обчислень**, а ліхтар – для освітлення. Але мета перевезення потрібна не автомобілю, а комусь або чомусь зовнішньому по відношенню до нього. Автомобілю потрібна тільки його здатність виконувати цю мету, щоб виконати її. Отже, мета системі ставиться ззовні, а від системи вимагається тільки *здатність* виконувати цю мету. Цією зовнішньою є інша система або системи (рис.2).



(а)

(б)

Рисунок 2. а) похід Александра Великого - мета на глобальному рівні; б) загін самооборони на Дикому Заході - містечковий рівень мети.

Тому визначення системи можна представити в наступному вигляді – **«Система – це набір взаємодіючих («взаимосодержающихся» по Анохіну) елементів, які можуть виконати одну загальну певну мету»**. Отже: **«Система – це група цілеспрямовано взаємодіючих елементів»**.

Завдання меті завжди виключає самостійний вибір мети системою. Мету можна задати системі як *уставку* і як *установку*. Є відмінність в цих поняттях. *Уставка* – це жорстка директива, потрібно виконати тільки ЦЕ із заданою точністю і лише ТАК і не інакше. Тобто, системі не дано право вибору дій для досягнення мети, всі її дії строго визначені. *Установка* – це м'якше поняття, задається тільки ЦЕ із заданою або приблизною точністю, але право вибору дій дається самій системі. Установку можна задавати системам тільки з достатньо розвиненим блоком управління, який вже може сам зробити вибір необхідних дій.



(а)



(б)

Рисунок 3. а) підготування дуелі на Північному Кавказі, кінець XIX ст., яка керувалася щонайсуровішими правилами (жорстка уставка); б) районна бійка у Києві, травень 2018р. (установка).

Не все так просто. Існує дуалізм одного і того ж поняття мети: *мета як завдання* для якоїсь системи, і *мета як прагнення* (бажання) цієї системи виконати цю задану мету:

- *Мета* – це *завдання*, як необхідність в певному заданому результаті зовнішньої системи, яка дає завдання, уставку або установку, для даної системи
- *Мета* – це *прагнення* отримання певного результату дії даною системою, завжди рівного заданому (заданій уставці або установці)

Таким чином, **мета-прагнення** – це **перш за все** потреба (бажання) чогось або когось в чомусь, чого у нього немає. А раз у нього немає, то потрібно узяти це десь в зовні, **у** іншої системи. Для того, щоб узяти, потрібно діяти. Звідси витікають **наступні** два принципи – принцип дії і принцип ієрархії.

### **Принцип виконання дії.**

Для того, щоб досягти свою мету, будь-який об'єкт нашого світу повинен діяти, здійснювати які-небудь цілеспрямовані *дії* (акції).

**Дія** – це: прояв енергії, діяльності, функціонування чого-небудь, стан, процес, що виникає у відповідь на яку-небудь дію, подразник, враження (наприклад, реакція в психології, реакції хімічні, ядерні реакції) (рис.4).



Після дій об'єкту отримуємо *результат дії*. Метою будь-якої системи є прагнення отримання належного (цільового) результату дії. Взаємодія між системами здійснюється тільки через результати дії. Таким чином будується ланцюжок дій: ... > (зовнішня дія) > *результат дії* (зовнішня дія) > ...

Тому, якщо група взаємодіючих елементів *постійно* і *однозначно* виконує певні необхідні дії, сприяючи досягненню якої-небудь мети, і її *результатом дії* є досягнення заданої мети, така група елементів є системою. Поки немає результату дії, є дія системи щоб його отримати. Як тільки результат дії отриманий, система перестає діяти. На одиночну зовнішню дію система дає одиночний результат дії. Жоден об'єкт не діє сам по собі. Він може **тільки** реагувати (діяти) у відповідь на певну зовнішню по відношенню до нього дію. Будь-які дії будь-яких об'єктів – це завжди їх реакція на щось. Є дія – є реакція. Немає дії – немає реакції. **Інколи** реакція може бути відтермінованою, тому **здається** безпричинною.

**Означення.** *Реакція* (від *re...* - повернення і лат. *actio* - дія) – дія, стан, процес, що виникають у відповідь на яку-небудь дію, подразник, враження (наприклад, реакція в психології, реакції хімічні, ядерні реакції).



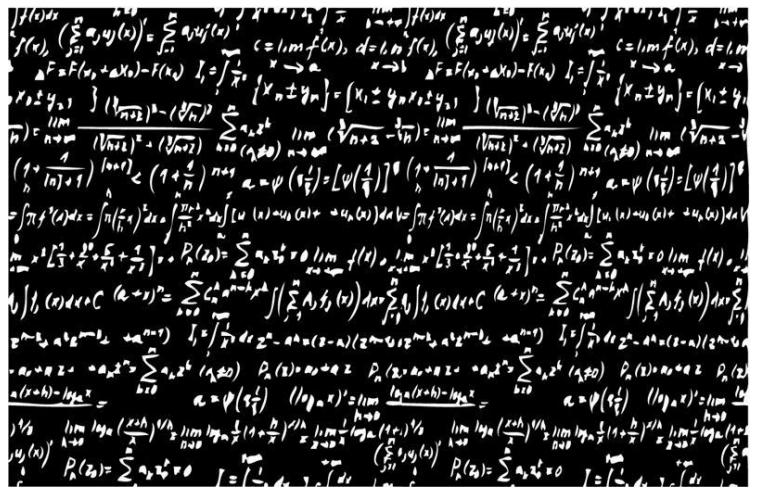
(a)



(б)



(в)



(г)

Рисунок 4. Процеси: (а) ланцюгова ядерна реакція, (б) аеродинамічний перехід звукового бар'єру, (в) фізико-хімічна реакція кристалізації води, (г) аналітичне моделювання.

Отже, дія системи у відповідь на зовнішню дію – це *реакція* системи. Коли система вже подіяла (прореагувала) і був отриманий необхідний результат дії, це означає, що вона вже досягла мети («погасила» мету) і після цього у їй вже немає мети, до якої вона повинна прагнути. Тому після отримання результату дії система перестав діяти і чекає наступної зовнішньої дії. Реакція завжди *вторинна* і з'являється тільки і лише після зовнішньої дії на елемент. Інколи реакція може з'явитися через довгий час після зовнішньої дії, якщо, наприклад, даний елемент був спеціально запрограмований на затримку. Але вона обов'язково з'явиться, якщо тільки інтенсивність зовнішньої дії перевищить поріг чутливості елемента на зовнішню дію, і якщо елемент взагалі здатний реагувати на дану дію. Без зовнішньої дії не буде ніякої реакції.

**Наприклад,** якщо елемент *може* реагувати на тиск вище 0.101325011 МПа, то він обов'язково *дасть* реакцію, якщо тиск перевищить 1 атмосферу. Якщо тиск менше 1 атм.= 1.01325 бар, то він не реагуватиме на низький тиск. Якщо ж на нього впливає температура, вологість, або електрична індукція, він також не реагуватиме. Взаємодія між системами-донорами і системами-реципієнтами можливо лише в разі якісної

однорідності (*гомореактивности*) їх взаємодії (принцип *однорідної інтерактивності*).

Результат дії елементу-реципієнта може бути як однорідним (*гомореактивним*), так і неоднорідним, не рівним за якістю дії, (*гетерореактивним*) по відношенню до нього зовнішньої дії. У першому випадку елементи є *передавачами* дії, в другому – *перетворювачами* якості дії.

Якщо результат дій системи повністю відповідає реалізації мети, це говорить про достатність даної системи (даної взаємодіючої групи елементів) для даної мети. Інакше дана група елементів не відповідає даній меті і або є недостатньою, або взагалі не є системою для досягнення рівня якості і кількості заданої мети. Тому, будь-який існуючий об'єкт можна охарактеризувати, відповівши на основне питання: – «Що *може* зробити даний об'єкт?». Це питання характеризує поняття «*Результат дії об'єкту*», і який, у свою чергу, складається з двох підпитань:

- 1) яку дію *може* виконати даний об'єкт? (якість результату дії);
- 2) яким чином оцінити міру такої дії, що *може* виконати даний об'єкт? (кількість результату дії).

Реальний результат дії системи повинен відповідати заданому (*сподіваному*). Ця відповідність є основною характеристикою будь-якої системи. З дуже обмеженого числа елементів можна *побудувати* дуже велику різноманітність систем.

**Приклад.** Результатом дії маятника буде *тільки* коливання (осциляція), а не секреція гормону, проведення імпульсу і таке інше. Отже, його *метою* і його результатом дії є *тільки* коливання з постійною частотою, і ніщо інше. Генератор випадкових чисел повинен генерувати *лише* випадкові числа. Якщо він раптом генеруватиме серії взаємозалежних (корельованих) чисел, він перестає бути генератором випадкових чисел.



Рисунок 5. Годинники – пристрої оцінки плину часоподібних змінних.

Для досягнення мети не має значення, з чого складається система, а важливо – що вона може. У будь-якому випадку можливість виконати мету визначає систему. Отже, систему визначає не склад її елементів, а наскільки точно вона може виконати те, що від неї очікується (мета). Важливий результат дії, а не спосіб його отримання (рис.5). З абсолютно різних елементів можна побудувати системи для вирішення однакових завдань (цілей).

**Приклад.** Сума в 200 \$ у вигляді монет в 1\$ US кожна і чек на цю ж суму можуть виконати одну і ту ж дію (зробити одну і ту ж покупку), хоча і складаються з різних елементів. Отже, вони є системами під назвою «гроші» з однаковими цілями, за умови, що їх використовують для купівлі-продажу, без врахування, наприклад, зручності їх перенесення або гарантії від крадіжки. Але чим більше обмовлюються умоив виконання мети, тим менше елементів підходять для виконання такої мети. Якщо нам, наприклад, потрібно багато грошей, скажімо, 1.000.000\$ US, причому готівкою, і щоб вони не займали багато місця, і з гарантією, що вони не фальшиві, то нам підійдуть тільки банківські банкноти вартістю в 100\$ US, отримані лише з банку (рис.6). Чим більше уточнюється мета, тим меншим стає вибір відповідних для неї елементів.





Рисунок 6. Результат виконання мети – «\$ 1 млн., US».

Якщо результат дії системи не буде постійним, він не зможе бути належним, рівним заданому (принцип постійності результату дії). З принципу *постійності* дії випливає закон збереження.

### **Закон збереження.**

Це один з основних законів нашого світу, якщо не найфундаментальніший. Одним з частинних наслідків закону **збереження** є те, що матерія ніколи не **з'являється** ні з чого, і вона не зникає ні в що (закон **збереження** матерії). Вона завжди є.

Матерією є речовина і енергія. Речовина складається з елементів. **Фізичним** вираженням закону збереження є формула Енштейна ( $E = mc^2$ ). Сама речовина здатна перетворюватися на енергію і навпаки. Взаємодія між системами або між елементами системами, по суті, є зв'язком між ними. З позицій системності енергія є мірою (кількістю) взаємодії між елементами системи або між системами, яку потрібно **виконати** при **створенні** між ними зв'язку (рис.7). Матеріальною мірою потужності енергії може бути,

наприклад, один ват (1 W). Міри енергії в інших системах, наприклад, соціальних, біологічних, психічних і інших, не розроблені.

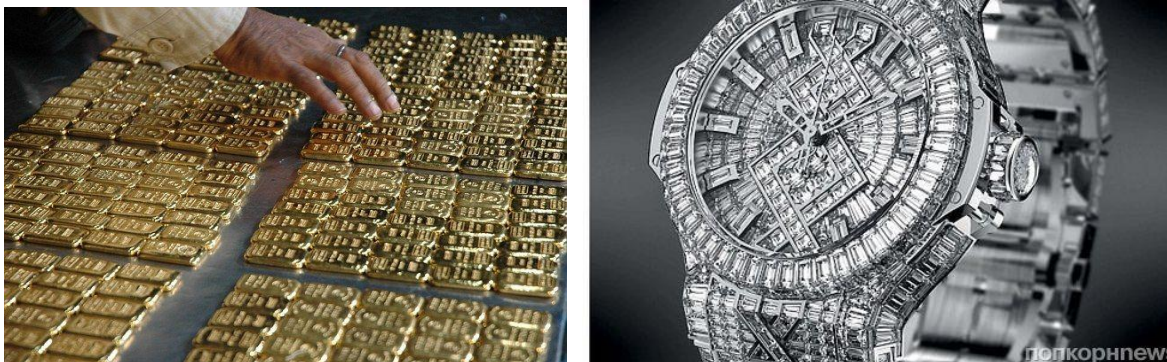


Рисунок 7. Мільйон доларів у золотих злитках; годинник на 3 млн. доларів.

Будь-які об'єкти є системами, тому взаємодії між ними є взаємодіями між системами. Але системи утворюються за рахунок взаємодії між її елементами і утворення *міжелементних* зв'язків між ними. При взаємодії між системами утворюються вже *міжсистемні* зв'язки. Будь-яка дія, включаючи взаємодію, вимагає енергії. Тому, при утворенні зв'язку в неї «вкладається» енергія. Отже, оскільки взаємодія між елементами системи або різними системами є зв'язком між ними, то зв'язок є енергетичним поняттям.

Іншими словами, при **створенні** системи з елементів і при її перебудові з простій в складну витрачається енергія, яка витрачається на **створення** нових зв'язків між елементами. А при руйнуванні системи зв'язку між елементами руйнуються і виділяється енергія. Системи зберігаються за рахунок енергії зв'язків між її елементами. Це є внутрішня енергія системи (рис.8). При руйнуванні цих зв'язків енергія вивільняється, **але** сама система як об'єкт зникає. Звідси, внутрішня енергія системи – це енергія зв'язків між елементами системи.

$$\left\{ \begin{array}{l}
 \frac{\partial V_x}{\partial t} + V_x \frac{\partial V_x}{\partial x} + V_y \frac{\partial V_x}{\partial y} = \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial P}{\partial x} + \text{Nu} \cdot \left( \frac{\partial^2 V_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V_x}{\partial y^2} \right) - \text{Nu} \cdot \alpha \cdot V_x; \\
 \frac{\partial V_y}{\partial t} + V_x \frac{\partial V_y}{\partial x} + V_y \frac{\partial V_y}{\partial y} = \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial P}{\partial y} + \text{Nu} \cdot \left( \frac{\partial^2 V_y}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V_y}{\partial y^2} \right) - \text{Nu} \cdot \alpha \cdot V_y + \beta \nabla T; \\
 \frac{\partial T}{\partial t} + V_x \frac{\partial T}{\partial x} + V_y \frac{\partial T}{\partial y} = \eta \cdot \left( \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right) - \frac{Q}{C \rho_0 D}; \\
 \frac{\partial p}{\partial t} = -\rho_0 \frac{\partial V}{\partial x} - \rho_0 \frac{\partial V}{\partial y}; \\
 \beta \cdot S \cdot \alpha (T^+ - T_{\text{amb}}) + \alpha \cdot S (T - T_{\text{amb}}) - W_p = 0; \\
 W_p = B_L \cdot P_L \cdot E_L \cdot W; \\
 E_L = (\beta S \sigma (T^+ - T_{\text{amb}})^4 + \alpha S (T - T_{\text{amb}})) / (W_L B_L P_L);
 \end{array} \right. \quad (a)$$

$$\begin{aligned}
 j_n^{(n)}[A](p) &= \frac{g^{(n)} Q_0^n e^{i(\delta + \delta_{\text{ext}})} \delta(p v_n)}{(2\pi)^3} + \frac{v_n^n}{(2\pi)^3} \times \\
 &\times \sum_{i=1}^n g^{(i)} (T^+ T^{n-1} \dots T^{n-i})^{(n)} Q_0^n \times \\
 &\times \int \dots \int \prod_{i=1}^i dp_i \delta((p - p_1 - \dots - p_i) \frac{1}{v_n}) e^{i(p \frac{1}{v_n} - \dots - \frac{1}{v_n} \delta + \delta_{\text{ext}})} \times \\
 &\times \frac{(v_n A^n(p_1)) (v_n A^{n-1}(p_2)) \dots (v_n A^1(p_i))}{((p_1 + \dots + p_i) v_n) ((p_2 + \dots + p_i) v_n) \dots ((p_{i-1} + p_i) v_n) (p_i v_n)} \quad (b)
 \end{aligned}$$

Рисунок 8. Можна заробити (матеріалізувати) 1млн.доларів (рис.6), розв'язавши (офіційна пропозиція): (а) систему рівнянь Нав'є-Стокса (<http://www.stepandstep.ru/catalog/know/107142/mozhno-zarabotat-1-million-dollarov-reshiv-uravnenie-nave---stoksa.html>) або (б) рівняння Янга-Міллса (<http://www.stepandstep.ru/catalog/know/107143/mozhno-zarabotat-1-million-dollarov-reshiv-uravneniya-yanga---millsa-.html>) .

Оскільки системи – це групи елементів, а зміни форм речовин – це є зміна зв'язків між елементами речовини, то зміни форм *речовин* це є зміни форм *систем*. Отже, форма визначається специфікою зв'язків між елементами *систем*. Форми міняються тільки за рахунок зміни зв'язків між елементами систем. А оскільки кожен зв'язок між елементами системи має енергетичний еквівалент, то будь-яка система містить внутрішню енергію, яка є сумою енергій зв'язків між всіма елементами.

**Означення. Форма** – сукупність стосунків, що визначають об'єкт. Форма протипологається матерії, змісту об'єкту. Проте, це не зовсім коректні визначення. Форма не може протиставити матерії, тому що вона нерозривно пов'язана з нею, вона сама є формою матерії.

Будь-яка система має той або інший вид форми (рис. 6-8). А форма системи визначається **виглядом** і **характером** зв'язків між елементами системи. Отже, форма – це вид зв'язків між елементами системи. А **оскільки** можуть здійснюватись взаємодії між системами, то при цьому утворюються нові зв'язки між ними і виникають нові форми систем. Іншими словами, при

взаємодії між системами утворюються нові системи у вигляді нових форм. І при взаємодії між системами завжди витрачається енергія.

*Логічним* вираженням закону збереження є закон *причинно-наслідкових обмежень*, тому що йому відповідає логічна зв'язка: «якщо..., то...». Можливий вибір зовнішніх дій (причин), на які повинна реагувати система, обмежений першою часткою цієї зв'язки – «якщо...», а дії системи (слідствия) обмежені другою часткою – «то...». Тому закон називається законом причинно-наслідкових обмежень.



Рисунок 9. Моделі законів збереження рівноваги систем та черговості дій у системі: (а) механічної, (б) фізико-хімічної.

Визначеність зовнішніх дій і реакцій на них накладає обмеження на їх види. Тому із закону причинно-наслідкових обмежень виходить необхідність:

- виконання якої-небудь специфічної (визначеного) дії для досягнення специфічної (визначеною) мети
- існування якої-небудь специфічної (визначеною) системи (підсистеми) для виконання такої дії, тому що ніяка дія само собою не відбувається.
- черговості дій: система завжди починає діяти і проводить свій результат дії тільки після надання на неї зовнішньої дії, тому що у неї немає свободи волі для ухвалення рішення про виконання дії (рис.9).

Отже, завжди результат дії системи може з'явитися лише після певних змін у системі. Такі зміни можуть розпочатись лише після прояву деякої зовнішньої дії. Немає мети, немає дій. Якщо з'явиться нова зовнішня дія, то



з'явиться і нова мета, і лише тоді система знову почне діяти і з'явиться новий результат дії.

### §1.3. Основні характеристики систем

Щоб виконувати цілеспрямовані дії система повинна мати відповідні елементи. Це є наслідком закону збереження і причинно-наслідкових обмежень, тому що нічого само собою не відбувається. Тому будь-які системи є багатокомпонентними об'єктами і їх склад не випадковий. Саме склад систем багато в чому визначає їх можливості виконання певних дій. Наприклад, система складена з цегли може бути будинком, але не може бути комп'ютером. Але не лише склад визначає можливості систем. Необхідно ще також і строго певна взаємодія між ними, яка визначається їх взаємовідношенням. Таким чином, дві істотні ознаки визначають якість і кількість результатів дії будь-яких систем – склад елементів і їх взаємовідношення. Будь-який об'єкт має тільки дві основні характеристики: що і скільки він може зробити. Розглянемо обидві характеристики результату дії (що і скільки?) і спробуємо з'ясувати, від чого залежать якість і кількість результату дії.

#### 1.3.1. Якість результату дії.

Розглянемо це питання на прикладі груп елементів, що є моделлю частин площини (площадки), які здатні вільно переміщуватися у просторі. Розглянемо їх взаємодію між собою і пробним об'єктом. Припустимо, що у кожної з площадок можливі три результати дії:

- незалежний рух в просторі відповідної природи, розмірності та кривизни;
- вплив (затримка чи штовхання) на інші предмети;
- з'єднання з іншою площадкою.

А для пробного об'єкта є тільки два можливі результати дії:

- незалежний рух в просторі;

· штовхання інших предметів.

Усі «площадки» є елементами групи і мають **абсолютно** однакові властивості (якості результату дії) у заданій моделі. Пробний елемент (пробник) не належить даній групі. Нехай у моделі досліджуваної групи з'являється мета – позбавити пробник свободи руху (рис.10).



(а)



(б)



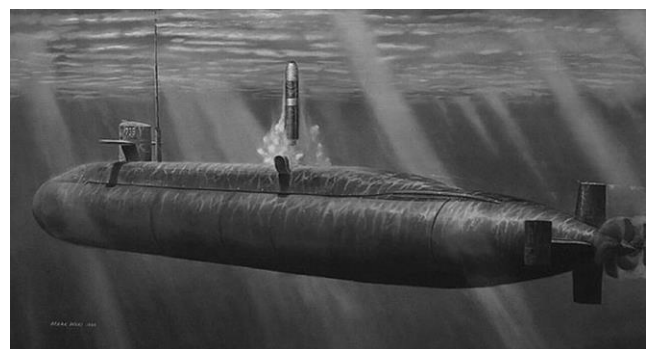
(в)



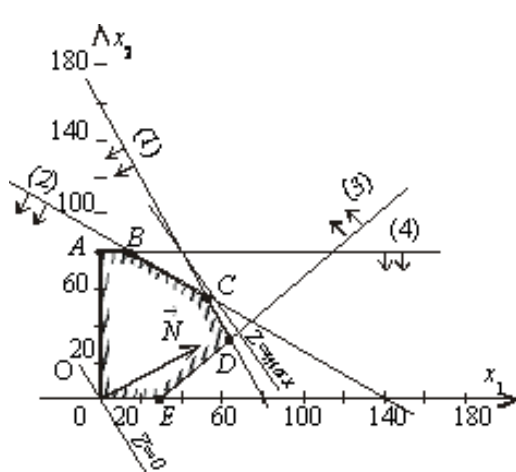
(г)



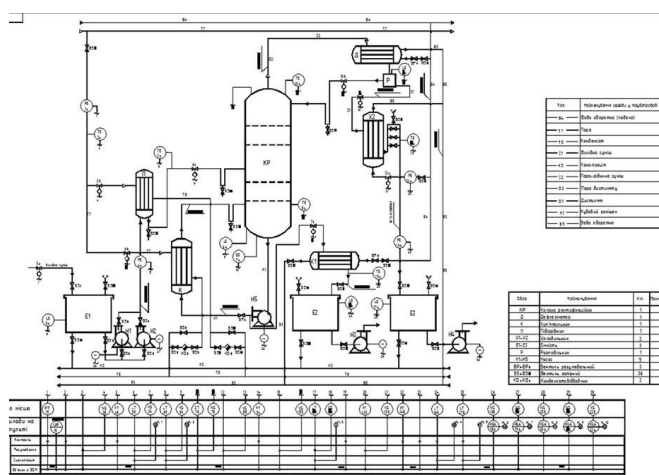
(д)



(е)



(ж)



(з)

**Рисунок 10. Різні взаємодії елементів.** Група вільних елементів (а), і група взаємодіючих елементів (б), пробний елемент між двома паралельними непроникними площадками (в), пробник обмежується площадкою у двовимірному просторі (г), пробник може вільно проникнути через площадку (д), оболонка, виконана із складних тривимірних форм-площадок, заважає проникненню сторонніх елементів у систему (е), обмежуючі умови стандартної задачі математичного програмування (ж), обмеження на схемі комп'ютерно-інтегрованого виробництва (з).

При випадковому зменшенні розміру виходу порожнини по відношенню до ефективного діаметру  $D$  пробного елемента виникне пастка для нього (рис.10, в, г), але при його русі площадки знов можуть розійтися і пробник не позбавляється свободи руху (рис.10, д). При постійній фіксації виходу порожнини (рис.10, е) пробник взагалі позбавляється свободи руху.

Пробник і **площадки** вільно **рухаються** в **просторі** і зіштовхуються. При цьому **неважливо**, скільки **площадок** є в даному **просторі**, одна або три, їх кількість не **мінняє** якості результатів дії. Всі елементи зберігають свої властивості і пробник зберігає свою **здатність** вільно **рухатися**. Всі елементи групи взаємодіють між собою. Сумарний результат їх **сумісно** дії і результат дії кожної окремої **площадки** завжди зберігається один і той же. В цьому випадку дана група елементів не є системою, а є набором випадкових

окремих елементів, оскільки як група елементів, так і кожен з них **окремо** володіють однаковими результатами дії.

Змінимо умови експерименту і змусимо площини взаємодіяти так, щоб їх краї, ребра площин, зчепилися один з одним (рис. 10, б, г). В результаті такої взаємодії одну із властивостей площадок було нейтралізовано (незалежність руху), вони почали рухатися в просторі вже *залежно* один від одного і з'явився новий простір (порожнина), обмежений площадками (рис. 10, е, ж). Властивістю пастки не володіє жоден окремо узятий елемент групи. Такою властивістю не володіють і взаємодіючі елементи, за умови , що ефективний діаметр  $D$  пробника є меншим аніж відстань  $L$  між елементами площадки. Тільки постійне виконання умови  $L < D$  спричиняє за собою появу нової якості – появи властивості пастки у групи з хоча б трьох елементів. Причому випадкове і однократне виконання даної умови ( $L < D$ ) не викликає появу нової якості (рис. 10, а, в), оскільки при русі пробник розсуне площадки і піде в простір (рис. 10, д). Тільки *постійне* виконання умови  $L < D$  перетворює дану групу з простого набору елементів в групу з якісно новою ознакою (рис. 10, е). Нова якість може бути тільки у групи певним чином взаємодіючих елементів. Визначений – означає цільовий. Що певним чином взаємодіють – це означає тих, що мають *певну* мету, побудованих *певним чином* і що діють *певним чином* для досягнення даної мети. Його не може бути у окремо узятих елементів, і у випадково взаємодіючих елементів. До виконання цієї умови група елементів була безцільно ширяючою в просторі випадковою групою площадок (рис. 10, а). Після виконання даної умови ця група перетворилася на новий елемент – пастку для пробника.

**У результаті** взаємодії елементів **частина** їх властивостей нейтралізується, а інша **частина** використовується для досягнення мети. Перетворення одних форм матерії на інших **відбувається** саме за рахунок нейтралізації якихось властивостей цих форм матерії. Нейтралізація **відбувається** за рахунок зміни яких-небудь зв'язків між елементами об'єкту, **тому що** ці зв'язки визначають форму об'єкту. Тому «нейтралізується», **але** не



«знищується», **тому що** ніщо на цьому світі не зникає і не **з'являється** (закон **збереження**). Весь світ складається з протонів, нейтронів і електронів, **але** ми бачимо різні об'єкти, які розрізняються за кольором, консистенції, смаку, формі, молекулярному і атомарному **змісту** і так далі Це **означає**, що при взаємодії протонів, нейтронів і електронів **з'являються** певні міжелементарні зв'язки. При цьому одні з їх властивостей нейтралізуються, а інші зберігаються або навіть **посилюються**. **Метою** будь-якої системи є виконання заданої (визначеного) умови, досягнення заданого результату дії (цілі). Якщо заданий результат дії вийшов випадково, то в **наступний** момент він вже може не виконуватися і заданий результат зникне. **Але** якщо для чогось необхідно, **щоб** результат дії завжди (постійно) був саме таким, а не який-небудь інший (**завдання меті**), необхідно, **щоб** група взаємодіючих елементів постійно зберігала цей новий результат дії. У **прикладі** з ю і пробником цією такою умовою є дотримання нерівності  $L < D$ , яка виконується, або при з'єднанні країв, що мають зазор.

Таким чином, група елементів **з** трьох **площин** може бути системою для **захоплення** пробника або будь-якого іншого тіла **відповідного** розміру, як може бути і системою для нашої демонстрації, **тільки в тому випадку, якщо** вона може виконати задану умову (виконує задану **мету**). В даному випадку, якщо **метою** групи із декількох **площаок** є **захоплення** якого-небудь тіла і така група може це зробити, то вона є системою.



(а)



(б)



(в)



(г)

**Рисунок 11. Елементи системи-пастки.** *Мета системи – бути пасткою.* (а) – новобранці (Гаїті) не володіють необхідними навичками, (б) – прекрасно вишколені, але вони – авіатори на плаці (Китай), (в) – фрагмент операції «Буря у пустині» (Кувейт, США) – вогняна пастка, (г) – демонстрація могутності (КНДР) застарілими засобами і методами.

Меті системи (рис. 11) із побудованих площадок відповідають **тільки** елементи типу (в) «Кувейт», **тому що лише** вони можуть скластися відповідним чином. Елементи типу (а, б, г) – відповідно «Гаїті, Китай, КНДР», не сприяють **заданій** меті і не є елементами даної системи.

### 1.3.2. Проста системна функціональна одиниця

Система може складатися з будь-якої кількості виконавських елементів, за умови, що кожен з них може брати (сприяти) участь досягненню мети і їх вистачає для реалізації цієї мети (рис. 10, 11).

**Почнемо** прибирати поодиночі елементи системи типу «а» (рис. 13) з групи складу із **n елементів**. У міру убування можливі два варіанти **наслідків**:

- (а) заданий результат дії системи зменшиться (зміна кількісна);
- (б) заданий результат дії системи зникне (зміна якісна).

Прибиратимемо елементи **з** системи до тих пір, поки буде відбуватись лише зменшення кількості результату дії, **але щоб** якість системи збереглася. **Отримаємо** систему (групу елементів) складу «к» із мінімальним числом елементів, при якому нова відмітна якість ще зберігається (рис. 12а). Якщо

прибрати ще хоч би один елемент із складу «к», то у групі взаємодіючих елементів якість пастки зникне.



(а)



(б)

**Рисунок 12. Системна функціональна одиниця (СФО), як пастка.** У міру видалення чергового елемента пастка стає все меншою і меншою (а), поки система перестає бути пасткою, оскільки в останньому випадку пробний елемент може вільно віддалитися від даної групи елементів (б). Група елементів (а) є системною

Звідси, мінімальною системою є така група з «к» елементів, яка при видаленні із її складу хоч би одного будь-якого елемента, втрачає якість, властиву даній групі елементів, але відсутнє у будь-якого з даних «к» елементів.

У даному прикладі (рис. 12) видалення будь-якої площадки, побудованої із мисливців та собак, позбавляє цю групу елементів якості, яка відсутня у кожного елемента групи окремо, – утримувати одного кабана. Мета цієї групи – бути пасткою для кабана.

**Означення.** Така група елементів є простою системною функціональною одиницею (проста СФО, не складена), мінімальною простою системою, яка має яку-небудь ознаку (здатність здійснювати дію), якої немає у будь-якого її елемента окремо.





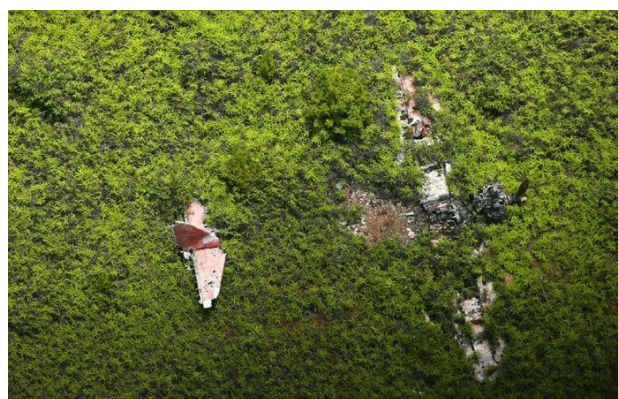
(а)



(б)



(в)



(г)

**Рисунок 13. Система - «літак». (а) функціонуюча система та її оточення; (б) множина відображень системи; (в) система вийшла з ладу; (г) система припинила свою функцію.**

Будь-яка СФО реагує на зовнішню дію згідно із законом «все, або нічого». Цей закон виходить з визначення простій СФО (видалення будь-якого її елементу припиняє її функцію як системи) і з дискретності її складу. Будь-який з її елементів може або бути, або не бути у складі простій СФО. А оскільки проста СФО за визначенням складається із скінченного і мінімального набору виконавських елементів і всі вони *мають бути* у складі СФО і *функціонувати* (діяти) (рис.13, а, б), та припинення функції будь-якого з них припиняє функцію всієї СФО як системи (рис.13, в, г). Незалежно від сили зовнішньої дії, але за умови його перевищення певного порогу, її

результат дії буде максимальним («все»). Якщо немає зовнішньої дії, тоді СФО ніяк не проявляє себе («нічого»).

**Приклади.** Прості СФО, **не дивлячись на** свою назву, можуть бути скільки завгодно складними – від простих мінімальних СФО, до максимально складних. Молекула будь-якої речовини складається з декількох атомів. **Видалення** будь-якого атома перетворює цю молекулу з однієї речовини в інше. І навіть кожен атом **є** дуже складною **системою**. **Видалення** будь-якого його елемента перетворює його на іон, інший атом або інший ізотоп. Солдат **є** простою СФО системи під назвою «армія».

Солдат – це тіло відповідно тренованої людини плюс **повне** спорядження солдата. Тіло людини – надзвичайно складний об'єкт, **але видалення** будь-якої його **складової робить** із солдата інваліда. Також і солдатське спорядження **є** багатокомпонентним. **Проте і** спорядження не може воювати без людини, а людина не може воювати без спорядження. **Тільки** разом вони можуть виконувати функції, властиві СФО під назвою «боєць» (рис.14).



(a)



(б)





(в)



(г)



(д)



(е)

Рисунок 14. (а-б) тварини при зброї; (в-г) некеровані СФО - дорослі (Сомалі) та малолітні діти (Німеччина) при зброї; (д) ще 2 століття тому він був би воїном, а зараз лише актор у резервації (Нова Зеландія); (е) керована СФО – солдат ЗС Ізраїлю.

Тільки у взаємодії усіх її частин група елементів може проявити себе як СФО. Приклади різних конкретних СФО показують, що СФО не є чимось неподільним, оскільки будь-яка з них багатокomпонентна і тому може бути розділена на частини.

### 1.3.3. Прямий позитивний зв'язок

Щоб будь-яка СФОмогла діяти, вона повинна містити певні елементи для здійснення своїх дій згідно закону збереження і причинно-наслідкових обмежень. Для виконання цільових дій система повинна містити елементи

виконання, а для того, щоб взаємодія елементів виконання була цільовою, система повинна містити елементи (блок) *управління*.

*Елементи виконання* (ефектори) виконують певну (цільову) дію системи, щоб виходив заданий *результат дії*. Сам собою результат дії не отримується. Для цього необхідна дія певних об'єктів. Такими елементами на прикладі площадок з пробним елементом є сама площа. Але він (елемент виконання) існує сам по собі і проводить власні результати дії у відповідь на зовнішні по відношенню до нього певні дії. Якщо на нього щось подіє, він прореагує, не подіє – реакції не буде. Взаємодія з іншими елементами його стосується постільки, поскільки результати дії інших елементів є зовнішньою дією для нього самого і можуть викликати його реакцію у відповідь на ці дії. Ця реакція виявиться вже у вигляді його власного результату дії, який також буде зовнішньою дією для інших елементів системи, але не більше. Жоден результат дії будь-якого елемента системи не може бути результатом дії самої системи за визначенням. Чи виконалася задана умова (мета системи) випадково або не випадково, чи вийшов у даної групи елементів якісно новий заданий результат дії, або щось перешкодило цьому, для будь-якого окремо узятото елемента виконання це досконало байдуже. На «самопочутті» елементів виконання, тобто, на їх власних функціях це ніяк не відбивається і ніяке їх внутрішня властивість не змусить їх *стежити* за виконанням генеральної мети системи. Вони просто не «вміють» цього робити.

*Елементи управління* (блок управління) необхідні для того, щоб виходив саме заданий, а не який-небудь інший результат дії. Оскільки метою є реакція у відповідь на *специфічну* зовнішню дію, то спочатку потрібно відчутти його, виділити його з безлічі інших неспецифічних зовнішніх дій, вирішити про які-небудь *специфічні* дії і почати діяти. Якщо, наприклад, СФО реагує на тиск, то вона повинна уміти «відчувати» (рецепція) саме тиск, а не температуру або що-небудь інше. Для цього у неї має бути спеціальний орган (рецептор), який уміє це робити. А для того, щоб реагувати тільки на *специфічну* зовнішню дію, яка може мати відношення до виконання її мети,

СФО повинна не лише мати рецепцію, але і *виділити* його з решти всіх зовнішніх дій, які діють на неї (селекція). Для цього у неї має бути спеціальний орган (селектор, або аналізатор), який уміє виділяти потрібний сигнал з маси інших. Далі, відчувши і виділивши зовнішню дію вона повинна *вирішити* про те, що потрібно діяти (ухвалення рішення). Для цього у неї має бути спеціальний орган для ухвалення рішень, який може ухвалювати рішення. Потім вона повинна *реалізувати* це рішення, тобто, змусити елементи виконання діяти (реалізація рішення). Для цього у неї мають бути елементи (стимулятори), за допомогою яких можна передати рішення на елементи виконання.

Отже, **щоб** прореагувати на певну зовнішню дію і отримати необхідний результат дії необхідно виконати виконати **наступний** ланцюжок дій, що управляють :*рецепція > селекція > ухвалення рішення > реалізація рішення (стимуляція)*

Розглянемо які елементи повинні виконувати цей ланцюжок дій *управління*. Елементи виконання (наприклад, площадка) цього робити не можуть, тому що виконують саму дію, наприклад, *захоплення*, але не дії *управління*. Тому вони і називаються елементами виконання. Всі дії управління повинні виконувати елементи управління (блок управління) і вони повинні входити до складу СФО.

*Блок управління* складається з (рис. 15):

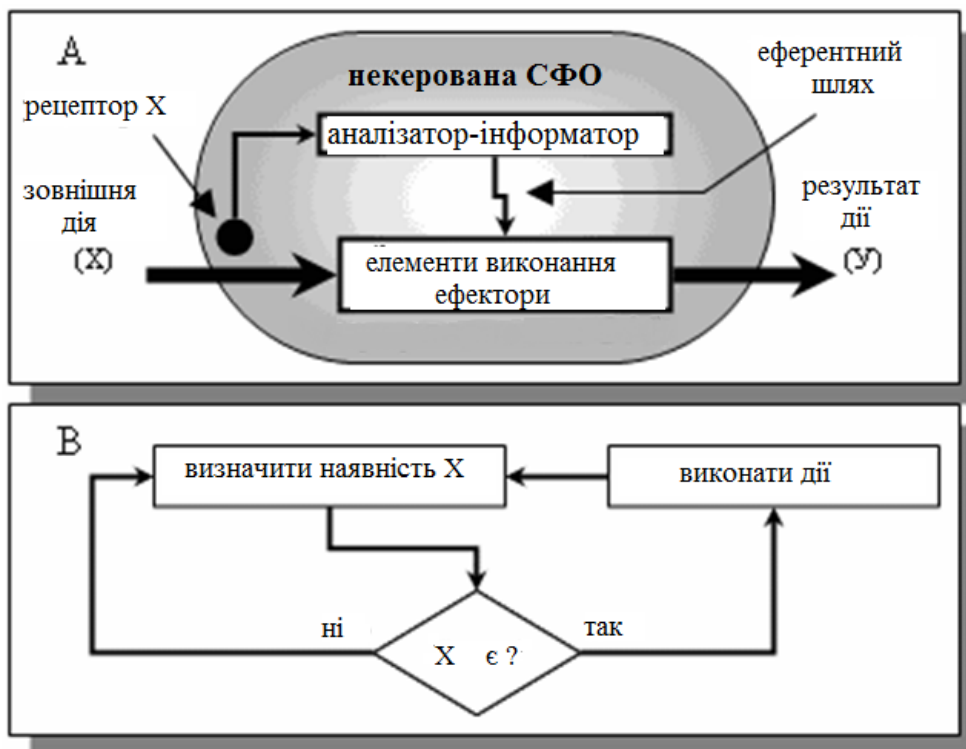
рецептора X (виділяє сигнал і визначає наявність зовнішньої дії);

аферентних шляхів (передають інформацію з рецептора в аналізатор);

аналізатора-інформатора (на основі інформації з рецептора «X» виробляє рішення про активацію виконавських елементів);

еферентних шляхів (стимулятора) (реалізація рішення, передають управляючі дії на ефектори).





**Рисунок 15. Некерована проста СФО (А) та алгоритм роботи її блоку управління (В).**

Рецептор «X», аферентні шляхи, *аналізатор-інформатор* (спонукач до дії) і еферентні шляхи (стимулятор) разом складають блок управління. Рецептор і аферентні шляхи є прямим позитивним зв'язком (ППЗ). Прямий тому, що усередині СФО сигнал управління (інформації про наявність зовнішньої дії) йде в тому ж напрямі, що і само зовнішня дія. Позитивною тому, що якщо є сигнал, є реакція, немає сигналу, немає реакції.

Таким чином, блок управління СФО реагує на зовнішню дію. Він може відчутти і виділити специфічний сигнал зовнішньої дії з множини інших зовнішніх дій і, залежно від наявності або відсутності специфічного сигналу вирішити, **робити** власну дію **чи ні**. А його власною дією є (стимуляція) елементів виконання діяти.

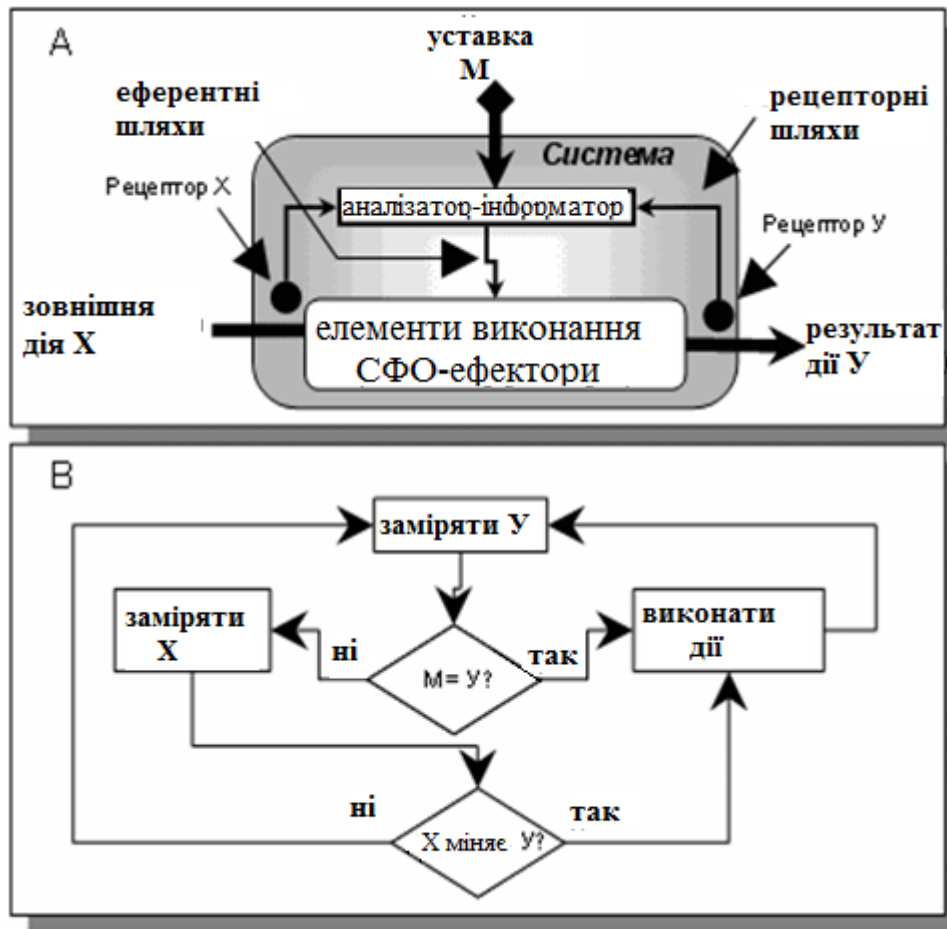
Є некеровані (рис. 15) і керовані СФО (рис. 16). Блок управління некерованих СФО **вирішує** діяти **чи ні тільки** залежно від наявності зовнішньої дії. Блок управління керованих СФО також **вирішує** діяти **чи ні**

залежно від наявності зовнішнього сигналу, **але** за наявності додаткової умови – дозволу на цю дію, яка подається на його вхід **уставки**.

**У** некерованої СФО є один вхід для зовнішньої дії і один вихід для результату дії. Логіка роботи такої СФО надзвичайно проста – якщо є певна зовнішня дія, то вона діє (є результат дії), якщо немає зовнішньої дії, то немає результату дії. Для некерованих СФО **регулювальником** дії є сама зовнішня дія. У неї є власне управління, здійснюване внутрішнім блоком управління. **Але у** такої СФО неможливе зовнішнє управління. Вона сама **вирішує**, діяти їй, **чи ні**. Тому вона називається некерованою. Це **рішення** залежить **тільки** від наявності зовнішньої дії. Якщо є зовнішня дія, то вона діє і **ніяке** зовнішнє **рішення** (не дія) не може **змінити** внутрішнього вирішення даної СФО. Некерована СФО незалежна від зовнішніх **рішень**. Якщо вона «вирішила», то виконає свою дію.

На відміну від некерованих у керованих СФО є два входи (один для входу зовнішньої дії і один – для введення уставки в аналізатор) і один вихід для результату дії (рис. 16). Логіка роботи керованої СФО дещо відрізняється від логіки роботи некерованої СФО. Така СФО даватиме результат дії не лише залежно від наявності зовнішньої дії, але і від наявності **дозволу** на вході уставки.

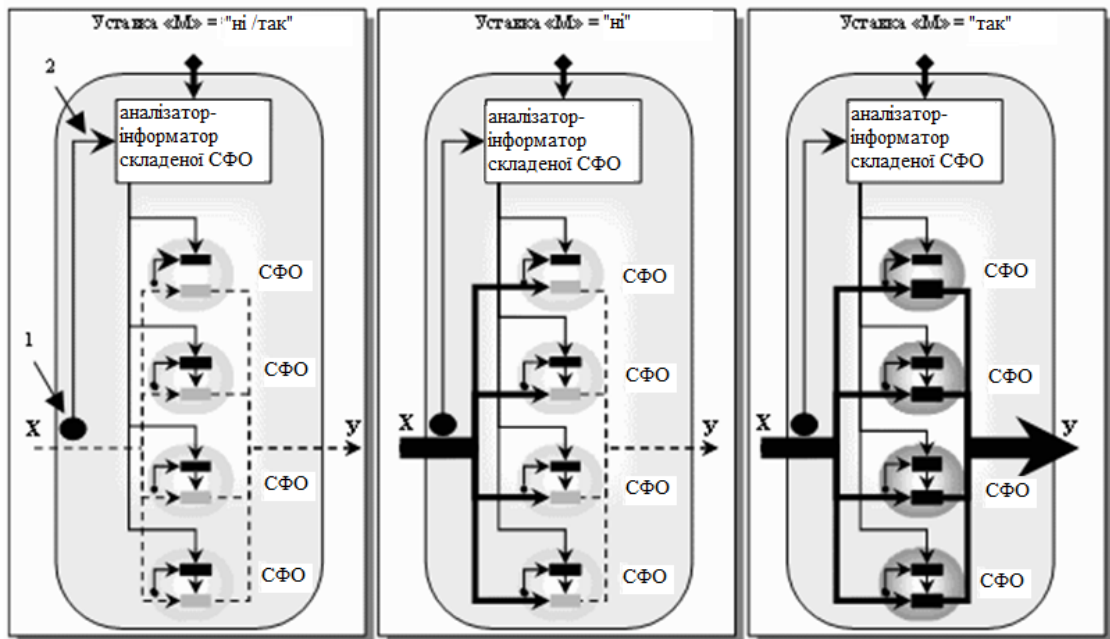
Якщо є певна зовнішня дія і є дозвіл на вході уставки, то дія почне виконуватися. Якщо є зовнішня дія і немає дозволу на вході уставки, той не повинно бути дії. Для керованих СФО регулювальником дії є дозвіл на вході уставки. Тому такі СФО називаються керованими. Елементи блоку управління побудовані (зібрані) з інших звичайних елементів, відповідних по своїх характеристиках. Він може бути побудований як з самих виконавських елементів, сполучених певним чином і що за сумісництвом виконують функції виконання і управління, так і з інших виконавських елементів, що не належать до даної групи, і виділених в окремий ланцюг управління. У останньому випадку вони можуть бути такими самими, як і виконавські елементи, але також можуть бути виконані і з інших елементів.



**Рисунок. 16.** Керована СФО (А) і алгоритм роботи блоку її управління (В). Відмінність керованої СФО від некерованої тільки в наявності входу уставки. Звідси ж і зміна алгоритму її роботи. Дії керованої СФО залежать не лише від зовнішньої дії, але і від заборони М на вході уставки.

Блок управління є простим якщо він містить тільки ППЗ (рецептор «Х» і аферентні шляхи), аналізатор-інформатор і стимулятор. СФО є первинними осередками, виконавськими елементами будь-яких систем. Як видимий, не дивлячись на свою примітивність, вони є досить складним і багатокомпонентним об'єктом. Кожна з них містить не менше двох типів елементів (управління і виконань), і кожен тип включає ще і ще, але ці елементи є обов'язковими атрибутами будь-якої СФО. Складність СФО є складністю ієрархії їх елементів. Особливої різниці між елементами

виконання і елементами управління немає. Зрештою все на цьому світі складається з електронів, протонів і нейтронів. Різниця між ними тільки в їх місці в ієрархії систем, тобто, в їх взаємному розташуванні.



**Рисунок 17. Складена СФО в режимі очікування (А), замкнуті функції (В) і її реалізації (С). Складена СФО містить 4 простих СФО.** Якщо немає ніякої зовнішньої дії, все прості СФО неактивні, немає ніякого результату дії (А). Якщо є зовнішня дія «Х», але уставка вносить «ні» (заборона на дію), усі СФО також неактивні і також немає результату дії (В). Якщо є зовнішня дія і уставка вносить «та» (дозвіл на дію), то всі СФО активні і є результат дії (С). «Потужність» даної складеної СФО в 4 рази більше «потужності» простій СФО. Активація СФО проводиться через введення уставки їх блоків управління. У кожній простій СФО є власна ППЗ і загальна для них всіх ППЗ. Тут 1 – рецептор «Х»; 2 – прямиий позитивний зв'язок.

З некерованих і керованих СФО можна будувати інші СФО (складені, рис. 17), **потужніші**, ніж одиночна СФО. На реальному світі мало простих

СФО, які дають мінімальний **неподільний** результат дії. Значно більше **складених** СФО.

**Наприклад**, патрон, наповнений крупинками пороху є **складеною** СФО (СФО для пострілу), **але** його енергія вибуху набагато більше енергії одиночної крупинки пороху.

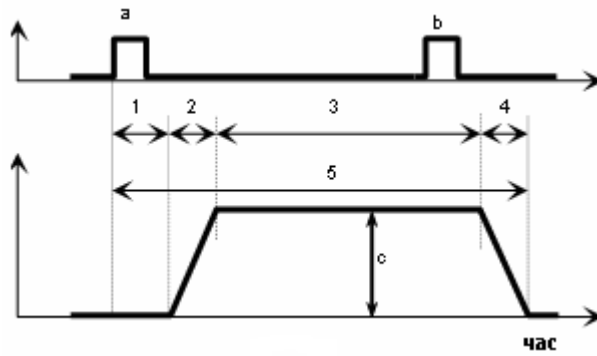
Блок-схема *складеної СФО* дуже схожа на блок-схему *простій СФО*. Відмінність складеної СФО від простій тільки кількісна. Проста СФО містить тільки одну СФО – саму себе, а складена містить декілька СФО, тому є можливість посилення результату дії.

Таким чином, проста і **складені** СФО **містять** двох **типів** елементів:

- елементи виконання (**ефектори**, які виконують специфічні дії для досягнення заданої генеральної мети системи)
- елементи (блок) управління (ППЗ, аналізатор-інформатор і стимулятор, який активує СФО)

**У складеної** СФО такий же блок управління, як і окремою СФО, тобто, простий, **із** прямим зв'язком, що управляє (ППЗ). **Складені** СФО також працюють за принципом «все або нічого». Тобто, вони або дають максимальний результат дії у відповідь на зовнішню дію, або чекають цю зовнішню дію і не **роблять** ніяких дій. **Відмінність** **складених** СФО від простих СФО **тільки** в силі або амплітуді реакції, яка **пропорційна** числу простих СФО.

**Приклад.** Якщо кісточки доміно стоять в послідовному **ряді**, то їх результатом дії буде довгий звук від падіння кісточок, тривалість якого дорівнює сумі числа падінь кожної кісточки (збільшення тривалості результату дії). Якщо кісточки стоять в паралельному **ряді**, то їх результатом дії буде короткий, **але** гучний звук, рівний сумі гучності від падіння кожної кісточки **окремо** (збільшення потужності).



**Рисунок 18. Повний цикл і мікроцикли функції простої ідеальної складеної СФО.** *a* – зовнішня дія на яке СФО починає реагувати; *b* – зовнішня дія, на яке СФО не реагує, тому що знаходиться в рефрактерному стані (не може активувати виконавські елементи, тому що вони вже активовані); *c* – амплітуда результату дії СФО на графіці функції СФО. Тут 1 – сприйняття і селекція зовнішньої дії рецептором «X» після початку зовнішньої дії і ухвалення рішення; 2 – активація елементів виконання; 3 – виконання дії елементів виконання; 4 – припинення функції; 5 – повний цикл функції СФО.

Цикл роботи ідеально простий і **складена** СФО складається з мікроциклів (мал. 7):

1. сприйняття і селекція зовнішньої дії рецептором «X» та ухвалення рішення;
2. дія на виконавчі елементи (СФО);
3. спрацьовування виконавських елементів (СФО);
4. припинення функції.

Після початку зовнішньої дії спрацьовує рецептор «X» (1-й мікроцикл). Потім **йде** якийсь час на **ухвалення** рішення, **тому що** це **рішення** саме є результатом дії певних СФО, що входять до складу блоку управління (2-й мікроцикл). Потім активуються (включаються) всі СФО (3-й мікроцикл). Час спрацьовування СФО залежить від швидкості утилізації енергії, витраченої на дію СФО. При цьому СФО **повністю** витрачає на свою дію всю ту енергію, якою вона володіла і могла використовувати на цю дію. А **оскільки**

черговість дій і результати дії завжди одні і ті ж, то і витрати енергії завжди одні і ті ж (квант енергії). Щоб СФО знову могла зробити нову дію, її потрібно знову «зарядити» енергією. На це також може йти час (час зарядки енергією, на графіку не показано). У будь-якої СФО цикл її діяльності складається з цих мікроциклів. Тому, її час циклу (5 на рис. 18) роботи завжди однаковий і дорівнює сумі цих мікроциклів. Якщо СФО почала свої дії, вона не зупиниться, поки не завершить свій повний цикл. У цьому причина некерованості будь-яких СФО в процесі їх спрацьовування (абсолютна рефрактерність) – зовнішня дія може швидко закінчитися і знову початися (b на рис. 18), але поки СФО не закінчить свої дії, вона не зупиниться і не реагуватиме на нову зовнішню дію.

У реальних складених СФО до цих мікроциклів можуть додаватися додаткові мікроцикли, обумовлені недосконалістю реальних об'єктів, наприклад, несинхронною спрацьовування елементів виконання із-за їх неоднаковості. Звідси видно, що навіть прості системи, якими є СФО, спрацьовують не відразу, а їм вимагається якийсь час, поки з'явиться їх результат дії. Цим пояснюється інерційність систем, яку можна зміряти, використовуючи параметр постійної часу. Але це, взагалі кажучи, не інерційна, а транзитна (що проходить) інертність об'єкту (рефрактерність), його нездатність відповідати на зовнішню дію в певні фази своєї дії. Наявна інерційність пояснюється незалежністю результату дії від системи його провела .

**Означення.** *Постійна часу* – це час між початком зовнішньої дії і готовністю до нової зовнішньої дії після вироблення результату дії.

Аналогом складених СФО є всі об'єкти, які діють подібно до лавини. У таких випадках працює «принцип доміно». Одна акція - і все падає. Але число падінь дорівнює числу СФО. Якщо штовхнути одну кісточку доміно, від падіння буде тільки одне клацання. Якщо штовхнути ряд кісточок доміно, що стоять поруч, то буде стільки клацань, скільки кісточок доміно стояло в ряду.



Таким чином, *проста* СФО є об'єктом, який може реагувати на певну зовнішню дію, а результат її дії завжди максимальний, тому що блок управління не контролює його, тобто, вона працює згідно із законом «все або нічого». Тип її реакції обумовлений типом СФО. Є два види простій СФО – *некерована* і *керована*. Обидві вони спрацьовують від специфічної зовнішньої дії. Але для спрацьовування керованої СФО додатково необхідний ще сигнал зовнішнього дозволу на вході уставки, а у некерованої СФО входу уставки немає. Тому некерована СФО не залежить ні від яких зовнішніх сигналів, що управляють. Блок управління керованою і некерованою СФО складається з аналізатора-інформатора і має тільки ППС (інформатор «Х» і аферентні шляхи).

*Складена* СФО є таким же об'єктом, як і проста СФО, але результат її дії посилений. Вона також працює згідно із законом «все або нічого» і її реакція обумовлена типом і числом її СФО. Ймовірно, і складені СФО можуть бути керованими і некерованими, і відмінність між ними тільки в наявності входу уставки в загальний блок управління, через який в нього подається дозвіл на виконання дії. Блок управління системи теж простий, має тільки ППЗ і аналізатор-інформатор.

Отже, будь-які СФО функціонують згідно із законом «все або нічого». СФО така *влаштована*, що вона або нічого не *робить*, або видає максимум результату дії. Її елементарний результат дії – або він є, або його немає. Може бути СФО, яка видає результат дії, наприклад, в два рази більший, ніж результат дії іншої СФО. *Але* він завжди буде в два рази більшим. Кожен результат дії простій СФО є квантом дії (*неподільною* порцією), причому максимальним для даної СФО. Неподільним тому, що СФО не може видати *частку* свого результату дії, наприклад, половину. А раз «*неподільною* порцією», тоді градація є неможлива.

СФО може бути, наприклад, *відкрита* або *закрита*, давати електричний *струм*, або не давати, і так далі *Але* вона не може регулювати кількість результату дії оскільки її результат завжди або відсутній, або максимальний.



Такий режим роботи дуже грубий, не точний і не вигідний як для самої СФО, так і для її мети. Уявимо собі, що в нашому автомобілі замість керма буде пристрій, який буде відразу максимально завертати управо, якщо ми повернемо кермо направо, або максимально вліво, якщо ми повернемо наліво. Замість плавного і точного підстроювання під заданий курс руху автомобіль різко кидатиметься справа наліво. І мета не буде досягнута, і автомобіль буде зруйнований.

В принципі складена СФО могла б дати градуїованийий результат дії, тому що у неї є декілька СФО, які вона могла б включати в різній послідовності. Але така система не може зробити цього, тому що не «бачить» свій результат дії і не може його порівняти з тим, що має бути.

#### **1.3.4 Кількість результату дії**

Для досягнення заданої мети тільки завдання якості результату дії недостатньо. Мета задає не лише «яку дію повинен» зробити об'єкт (*якість результату дії*), але і «скільки цієї дії» повинен зробити даний об'єкт (*кількість результату дії*). А система повинна прагнути виконати специфічну дію рівно стільки, скільки потрібно, ні більше і ні менше. Якість дії визначається *типом* СФО. Кількість визначається *кількістю* СФО.

Є три кількісні характеристики результату дії – *максимум*, *мінімум* і *оптимум* кількості дії. На реальному світі від реальних систем потрібна градація їх результатів дії. Тому в роботі системи має бути не максимум і не мінімум, а оптимум.

*Оптимум*, це функціонування за принципом – *необхідно і достатньо*. Результат дії необхідно має бути таким, а не іншим за якістю, і достатнім по кількості, ні більше і не менше. Звідси, СФО не можуть бути повноцінними системами. Необхідні системи, у яких можлива регульована градація результату дії.

**Щоб** давати ту кількість результату дії, яка необхідна в даний момент, необхідна градація результатів дії систем. Це можна було б досягти шляхом

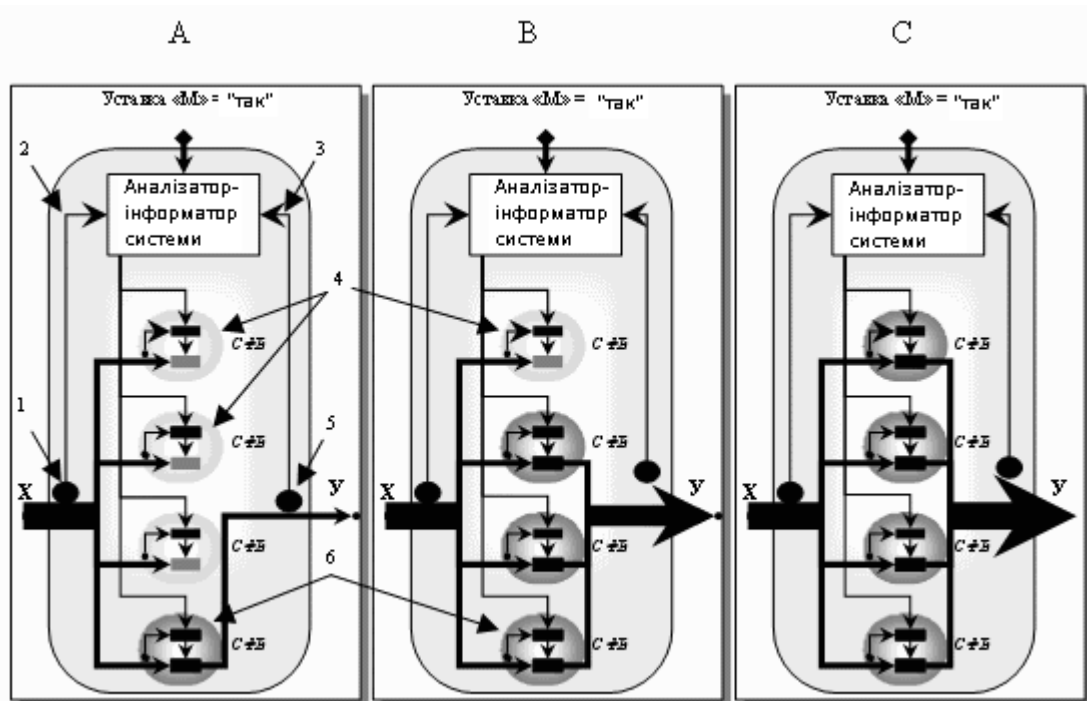
побудови систем з набору однотипних СФО за типом блок-схеми складеної СФО (рис. 17). У неї є те, що необхідне для градування результату дії – вона містить багато СФО. Якщо зробити так, щоб можна було включати в дію від однієї до всіх СФО, залежно від потреби, то результат дії матиме стільки градацій, скільки СФО є в системі. Чим більше точності потрібно, тим більше дрібних градацій результату дії має бути. Тому, замість однієї СФО з її гранично великим результатом дії потрібно використовувати стільки СФО з маленькими результатами дії, сума яких дорівнює необхідному максимуму, а точність виконання мети дорівнює результату дії однієї СФО. Але у складеної СФО немає можливості регулювати свій результат дії, тому що у неї немає органу, який робив би це. Для того, щоб видати результат дії в точності рівний заданому, його (результат дії) потрібно постійно вимірювати і порівнювати дані вимірів із завданням (з уставкою, з «базою даних»).

«База даних» – це список тих належних величин результату дії, які система повинна видати залежно від величини зовнішньої дії і алгоритму роботи блоку управління. Мета системи – кожному значенню зміряної зовнішньої дії повинна відповідати строго певна величина результату дії (належна величина). Для цього потрібно «бачити» (вимірювати) результат дії системи, щоб порівнювати його з належним. А для цього у блоку управління має бути рецептор «У», який може вимірювати результат дії, має бути лінія зв'язку, по яких інформація з рецептора «У» йде в аналізатор-інформатор, де результат цього виміру повинен порівнюватися з тим, що має бути (з «базою даних»). Блок управління системи повинен порівнювати зовнішню дію з належною величиною, а належну величину з власним результатом дії, щоб побачити його відповідність або невідповідність належній величині. Порівняти зовнішню дію з належною величиною складена СФО ще може, тому що у неї є ППЗ. А порівняти належну величину з результатом власної дії складена СФО вже не може, тому що у неї немає нічого (немає відповідних елементів), що може це зробити.

### 1.3.5 Негативний зворотний зв'язок

Щоб блок управління системи міг «побачити» (відчути і зміряти) результат дії системи, він повинен мати відповідний рецептор «У» на виході системи і лінію зв'язку між ним і рецептором «У». Логіка роботи такого управління полягає в тому, що якщо результат дії більше заданого, то потрібно його зменшити, активувавши менше число СФО, якщо менше – те збільшити, активувавши більше число СФО.

Такий зв'язок називається *негативним*. Оскільки інформація рухається назад, від виходу системи у бік її початку, вона називається *зворотною*. У результаті виходить *негативний зворотний зв'язок* (НЗЗ). Рецептор «У» і рецепторний шлях складають НЗЗ, а разом з аналізатором-інформатором і еферентними шляхами (стимулятором) складають *петлю* НЗЗ. Залежно від потреби і на основі інформації НЗЗ блок управління в міру необхідності включає або вимикає функції керованих СФО (рис. 19).



**Рисунок 19. Блок-схема системи з простим блоком управління. Негативний зворотний зв'язок (НЗЗ).**

Відмінність даної системи від складеної СФО тільки в наявності рецептора «У», який вимірює результат дії, і рецепторних шляхів, по яких

інформація передається з цього рецептора в аналізатор. А – активна одна СФО, В – активні три СФО, З – активні всі СФО. Число активних СФО визначається НЗЗ. 1 – рецептор "Х"; 2 – ППЗ.; 3 – НЗЗ; 4 – неактивні СФО; 5 - рецептор «У» для виміру результату дії системи; 6 – активні СФО.

Отже, НЗЗ реалізується за допомогою петлі НЗЗ, яка включає рецептор «У», **рецепторний шлях**, по яких інформація з рецептора «У» переноситься в аналізатор-інформатор, сам аналізатор і еферентні **шляхи**, через які вирішення блоку управління передаються на **ефектори** (керовані СФО). Таким чином, система, на відміну від СФО, **містить** як ППЗ, так і НЗЗ. Прямий зв'язок, що управляє, активує систему, а **негативний** зворотний зв'язок визначає число активованих СФО.

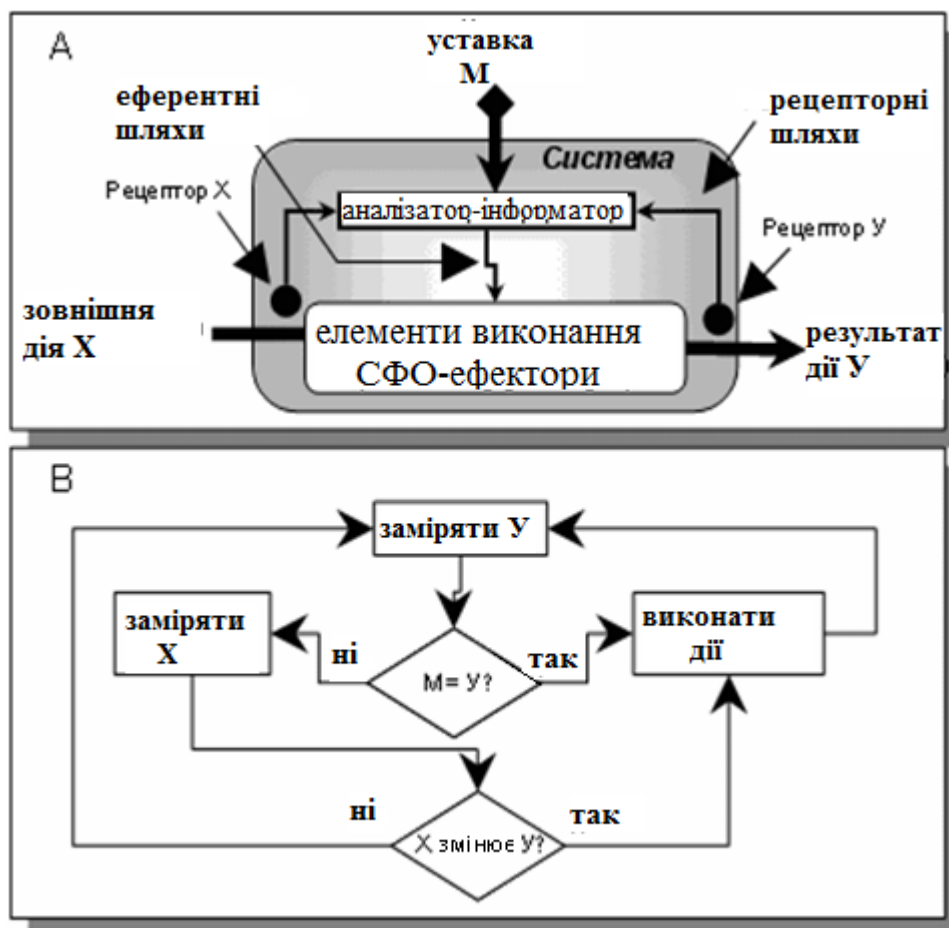


Рисунок 20. Простий блок управління систем з НЗЗ (А) і алгоритмом його роботи (В). Мета системи - результат дії «У» має дорівнювати уставці «М» ( $Y=M$ ). Дії системи для досягнення мети

здійснюють елементи виконання. Блок управління стежить за правильністю виконання дій.

Блок управління, ППЗ, що містить, і петлю НЗЗ, є *простим*. Алгоритм роботи простих блоків управління не відрізняється великою складністю (рис. 20). **Петля** НЗЗ постійно відстежує результат дії виконавських елементів (СФО). Якщо результат дії виходить більше, ніж задано, потрібно його зменшити, якщо результат менше заданого – потрібно його збільшити. Через уставку задаються параметри управління («база даних»), наприклад, яким має бути співвідношення між зовнішньою дією і результатом дії, або який рівень результату дії потрібно постійно утримувати і так далі. При цьому максимальною точністю буде результат дії однієї СФО (квант дії).

Системи з НЗЗ, як і **складені** СФО, також **містять** двох **типів** об'єктів: елементи виконання (СФО) (ефектори, які виконують специфічні дії для досягнення заданої генеральної мети системи), блок управління (ППЗ і петлю НЗЗ)

Приймем до уваги, що блок управління системи окрім інформатора «Х» також містить і інформатор «У» (НЗЗ). Тому у нього є інформація і про зовнішню дію, і про результат дії. Невелике ускладнення блоку управління приводить до дуже істотного результату. Причина ускладнення – необхідність отримання оптимально точного виконання мети системи. НЗЗ дає можливість регуляції *кількості* результату дії, тобто, система з НЗЗ може *оптимально* виконати будь-яку необхідну дію, від мінімуму до максимуму з точністю до одного кванта дії. Взагалі кажучи, в будь-якій реальній системі є ще і третій тип об'єктів: елементи обслуговування – допоміжні елементи, без яких елементи виконання не зможуть працювати.

Системи з НЗЗ можуть **вирішувати** більшість **завдань** набагато краще, ніж прості або **складені** СФО. Наявність НЗЗ майже не ускладнює систему. Ми бачили, що вже проста СФО є дуже складною **освітою**, що включає безліч компонентів. **Складена** СФО складніше простій СФО на число разів,



майже рівне числу простих СФО в ній. У системі з НЗЗ додається всього лише один рецептор і лінія зв'язку між рецептором і аналізатором (реципрокний шлях). Але ефект від такої зміни структури блоку управління дуже великий і він залежить тільки від алгоритму роботи блоку управління. Будь-яка СФО (проста і складена) може виконати тільки *мінімум* або *максимум* дії. Системи з НЗЗ вже можуть дати *оптимум* результату дії, від мінімуму до максимуму, є точними і стабільними. Їх точність залежить лише від величини кванта дії окремої СФО і глибини НЗЗ. Стабільність функціонування обумовлена тим, що система постійно «бачить» свій результат дії, може порівнювати його з належним і виправляти його, якщо є розбіжність. У реальних системах завжди є причини для розбіжності, тому що вони існують на реальному світі, де завжди є обурюючі дії. Звідси видно, що саме НЗЗ перетворює СФО на справжні системи.

Яким чином блок управління управляє системою? Які параметри його характеризують? Будь-який блок управління характеризується трьома параметрами ППЗ і стільки ж параметрів є для петлі НЗЗ. Для ППЗ це:

- мінімальний рівень контрольованої вхідної дії (поріг чутливості);
- максимальний рівень контрольованої вхідної дії (діапазон чутливості вхідної дії)
- час **включення** управління (часом **ухвалення** рішення).

Для петлі НЗЗ це:

- мінімальний рівень контрольованого результату дії (поріг чутливості петлі НЗЗ - глибина НЗЗ);
- максимальний рівень контрольованого результату дії (діапазон чутливості результату дії);
- час включення управління (час ухвалення рішення).

### **Означення.**

*Мінімальний рівень* контрольованого вхідного сигналу для ППЗ – це поріг чутливості сигналу рецептора «Х», починаючи з якого аналізатор-інформатор розпізнає, що зовнішня дія вже почалася.

*Максимальний рівень* контрольованого вхідного сигналу (діапазон) для ППЗ – це рівень сигналу про зовнішню дію, при якій спрацьовують всі СФО. На подальше збільшення вхідного сигналу система ж не може реагувати збільшенням своєї функції, тому що у неї немає більше резервів СФО.

*Час включення* ППЗ – проміжок часу між початком зовнішньої дії і початком спрацьовування системи. Система ніколи не спрацьовує миттєво після появи зовнішньої дії. Поки рецептори відчують сигнал, поки аналізатор-інформатор вирішить, поки ефектори передадуть дію, що управляє, на входи уставок виконавських елементів, на все це йде час.

*Мінімальний рівень* контрольованого вихідного сигналу для НЗЗ - це поріг чутливості сигналу рецептора «У», починаючи з якого аналізатор-інформатор розпізнає, що є розбіжність між результатом дії системи і його належною величиною. Розбіжність має бути рівне або більше кванта дії одиночної СФО.

*Глибина* НЗЗ – це число квантів дії одиночних СФО системи, сума яких розпізнається як розбіжність між актуальним результатом дії і належним. Задається уставкой. Максимально великою глибиною НЗЗ є чутливість розбіжності в один квант дії одиночної СФО. Чим менше глибина НЗЗ, тим менше чутливість, тим вона «грубіша». Тобто, чим менше глибина НЗЗ, тим більша розбіжність результату дії з належним сприймається як розбіжність. Наприклад, вже два (три, десять і так далі) кванти дії два (три, десяти і так далі) СФО сприймається як розбіжність. Мінімальною глибиною НЗЗ є її відсутність. В цьому випадку будь-яка розбіжність результату дії з належним не сприймається блоком управління як розбіжність. Результат дії буде максимальним і система з простим блоком управління з нульовою глибиною НЗЗ перетворюється на складену СФО з ППЗ (з простим блоком управління).

*Максимальна чутливість* НЗЗ обмежена величиною кванта дії СФО, що входять до складу системи і глибиною НЗЗ. Але у будь-якому випадку, якщо відбувається розбіжність рівня контрольованого параметра із заданим більш, ніж на величину заданої точності, петляючи НЗЗ повинна «відчути»

цю розбіжність і «змусити» виконавські елементи діяти так, щоб розбіжність мети і результату дії зникла.

Максимальний рівень контрольованого вихідного сигналу (діапазон) для НЗЗ – це рівень сигналу про результат дії системи, при якій спрацьовують всі СФО. На подальше збільшення вхідного сигналу система ж не зможе реагувати збільшенням своєї функції, тому що у неї немає більше резервів СФО.

Час включення управління НЗЗ – проміжок часу між початком розбіжності сигналу про результат дії з цільовим і початком спрацьовування системи.

Всі ці параметри можуть бути «вбудовані» в ППЗ і в петлі НЗЗ або спочатку (уставка вводиться при їх «народженні») і надалі вони вже не міняються. Або можуть бути введені з уставкою пізніше і ці параметри можна міняти шляхом введення ззовні нової уставки. Для цього має бути канал введення уставки. Сам же простий блок управління сам не може міняти жоден з цих параметрів. Абсолютно у всіх систем є блок управління, але не завжди його можна явно виявити. У літака цим блоком є бортовий комп'ютер – коробка з електронікою. У людини і інших тварин таким блоком є головний мозок, або як мінімум – нервова система. Чим простіше система, тим важче виділити в ній звичні для нас форми блоку управління. Але він є в будь-яких системах. Елементи виконання відповідають за якість результату дії а блок управління – за його кількість. Блоком управління можуть бути, наприклад, внутрі- або міжатомні і міжмолекулярні зв'язки. Так в атомі функції СФО виконують електрони, протони і нейтрони, а блок управління– внутрішньоядерні сил (взаємодії).

Таким чином, система з простим блоком управління є об'єктом, який може реагувати на певну зовнішню дію, а результат її дії градуїований і стабільний. Число градацій визначається числом СФО в системі, а точність – квантом дії одиночної СФО і глибиною НЗЗ. Результат дії точний тому, що блок управління контролює його за допомогою НЗЗ. Тип управління – по

розузгодженню. Управління починається тільки після появи зовнішньої дії або результату дії. Стабільність результату дії визначається глибиною НЗЗ. Реакція системи обумовлена типом і числом її СФО. У простого блоку управління є три канали управління – один зовнішній (уставка) і два внутрішніх (ППЗ і НЗЗ). Він реагує на зовнішню дію через ППЗ (інформатор «Х») і на власний результат дії системи (інформатор «У») через НЗЗ, а через еферентні шляхи управляє виконавськими елементами системи. Аналогом рецепторів інформатора «Х» є всі чутливі рецептори (хемо-, баро-, термо- і інші рецептори, розташовані в різних органах, окрім зорових, слухових і нюхових рецепторів, які входять до складу інформатора «С», див. далі). Аналогом рецепторів інформатора «У» є всі пропріо-чутливі рецептори, які також можуть бути хемо-, баро-, термо- і іншими рецепторами, розташовані в різних органах. Таким чином, використовуючи ППЗ і НЗЗ і регулюючи роботу своїх СФО система продукує свої результати дії, якісно і кількісно відповідні заданій меті.

### 1.3.6 Принцип незалежності результату дії

Як вже підкреслювалося, метою будь-якої системи є отримання належного (цільового) результату дії, який виходить після дій системи. Фактично зовнішня дія, «увійшовши» до системи перетвориться в результат дії системи. Тому системи фактично є *перетворювачами* зовнішньої дії в результат дії, причини вслідство. А зовнішня дія є результатом дії іншої системи, яка взаємодіяла з даною. Отже, результат дії, «вийшовши» з однієї системи і «увійшовши» до іншої, існує вже незалежно від системи його породила.

**Приклади.** Наприклад, у будівельної фірми була мета з допомогою певної кількості будівельного матеріалу (зовнішня дія) побудувати будинок. Після ряду дій цієї фірми будинок опинився побудований (результат дії). Далі фірма могла перейти до будівництва іншого будинку, припинити своє існування або перекваліфікуватися в з будівельної в пошивочну фірму. Але

побудований **будинок** вже існуватиме незалежно від **фірми**, що **побудувала** його.

### 1.3.7 Цикли системи і перехідні процеси

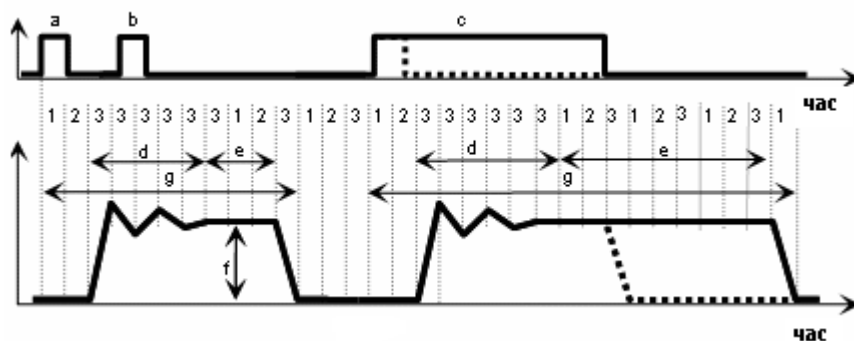
**У** систем, як і **у** СФО, також є цикли їх діяльності. **У** різних систем можуть бути різні цикли діяльності і вони залежать від складності і алгоритму блоку управління. Найпростіший цикл роботи **у** системи **з** простим блоком управління. Він складається **з** мікроциклів (рис. 10):

- сприйняття, селекції і виміри зовнішньої дії рецептором «X»
- вибір з «бази даних» належного значення результату дії
- перехідний процес (мультимікроцикл НЗЗ).
  - a. сприйняття і **вимір** результату дії рецептором «Y»
  - b. порівняння цього результату **із** належною величиною
  - c. вироблення **рішення** і відповідної дії на СФО з метою корекції результату дії
  - d. дія на СФО якщо результат дії не дорівнює належному, або перехід до 1-го мікроциклу, якщо він дорівнює належному
  - e. спрацьовування СФО
  - f. повернення до «a»

Після початку зовнішньої дії спрацьовує рецептор «X» (1-й мікроцикл). Потім з «бази даних» вибирається те значення результату дії, яка повинна відповідати даній зовнішній дії (2-й мікроцикл). Після цього починається перехідний процес (перехідний період, 3-й мультимікроцикл, цикл НЗЗ): спрацьовування рецептора «Y», порівняння результату дії з належною величиною, вибраною в «базі даних», що коректує дію на СФО (включаються те число СФО, яке визначив блок управління в мікроциклі «с») і знову повернення до спрацьовування рецептора «Y». І так до тих пір, поки результат дії не буде рівним даному. З цієї миті мета досягнута і після цього блок управління повертається до 1-го мікроциклу, до рецепції зовнішньої дії.



Діяльність же системи для вироблення результату дії припиняється до тих пір, поки не з'явиться нова зовнішня дія.



**Рисунок 21. Повний цикл дії ідеальної системи і алгоритм її роботи. На верхній кривій – зовнішня дія, на нижній – графік функції системи. Цифрами (1, 2, 3) вказані мікроцикли системи.**

*a – зовнішня дія, на яку система починає реагувати; b – зовнішня дія, на яку система не реагує, тому що знаходиться в рефрактерному стані (не може активувати свої СФО, тому що не вимірює X); з – тривала зовнішня дія, на яку система реагує (пунктиром показана реакція системи, якби тривалість зовнішньої дії була колишньою); d – перехідний мультицикл системи; e – сталі значення функції; f – задане значення результату дії системи; g – повний цикл дії системи.*

*1 – сприйняття і селекція зовнішньої дії рецептором «X» після початку зовнішньої зовнішньої дії; 2 – вибір з «бази даних» належного значення результату дії; 3 - **мультимікроцикл** ООС; 4 – час сталого цільового рівня функції; 5 – припинення функції.*

До вище сказаному слід **додати** дуже **істотне** доповнення. При розгляді циклів спрацьовування СФО вже **вказувалося**, що **після** спрацьовування будь-якої СФО вона **повністю** витрачає свій запасу енергії, призначений для виробництва дії. Тому **після** завершення дії СФО не **здатна здійснювати** нову дію до тих пір, поки вона не відновить свій енергетичний потенціал, а на це **йде** додатковий час, який може **істотно** збільшити тривалість перехідного періоду. Мікроцикли з 1-го по 2-ій складають *стартовий* період роботи блоку

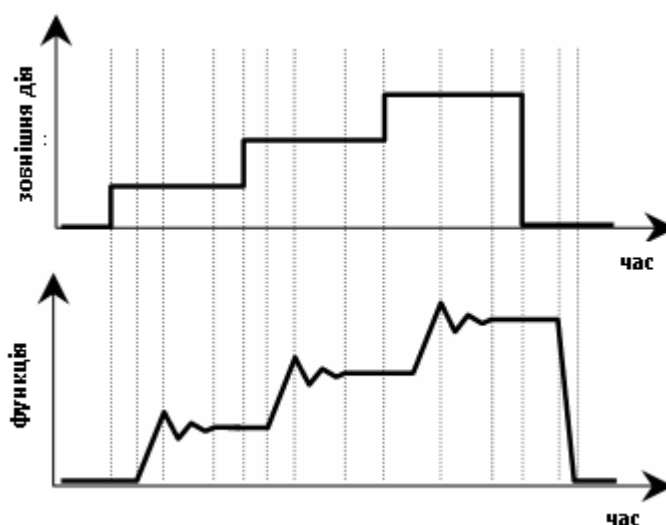
управління. Якщо була коротка зовнішня дія, блок управління визначає його під час стартового циклу і переходить до перехідного періоду ( $d$  на рис. 21), під час якого прагне отримати актуальний результат дії, рівний належному. Якщо під час перехідного періоду знову з'явиться зовнішня дія ( $b$  на рис. 10), то блок управління не прореагує на нього, тому що у цей момент він не вимірює «X» (рефрактерна фаза). Після закінчення перехідного періоду блок управління знов звертається до стартового періоду, але поки він це робить (звертається), досягнуте належне значення результату дії зберігається незмінним (сталий *період*).

Якщо зовнішня дія достатня тривало і не припиняється, так що після першого досягнення мети блок управління встигає знов звернутися до рецепції «X», то стале значення результату дії зберігатиметься до тих пір, поки продовжуватиметься зовнішня дія. При цьому перехідного циклу не виникне, тому що стале значення результату дії дорівнює належному. Якщо тривала зовнішня дія продовжуватиметься і мінятиме свою амплітуду, то можлива поява нового перехідного циклу. Причому амплітуда коливань функції буде тим більше, чим більше зміна амплітуди зовнішньої дії. Тому різкі перепади амплітуди зовнішньої дії недопустимі, тому що вони викликають різні небажані ефекти, пов'язані з перехідним періодом (рис. 22).

Якщо зовнішня дія дорівнюватиме нулю, то всі СФО дезактивувалися, тому що нульовій зовнішній дії відповідає нульова активація СФО. Якщо після деякого часу з'явиться нова зовнішня дія, то система повторить все в колишньому порядку.

На тривалість циклу роботи системи також істотний вплив роблять процеси відновлення енергетичного потенціалу СФО, що спрацювали. Кожна СФО при своєму спрацьовуванні витрачає певну (квантоване) кількість своєї енергії, яка або привноситься самою зовнішньою дією, або накопичується якими-небудь підсистемами енергопостачання даної системи. У будь-якому випадку відновлення енергетичного потенціалу також вимагає часу, але ці процеси ми не розглядуємо, тому що ці процеси стосуються тільки елементів

виконання (СФО), а ми розглядаємо тільки процеси, що відбуваються в блоках управління систем. Так система постійно циклічно працює, виконуючи свої мікроцикли. Якщо немає зовнішньої дії або воно не міняється, то система знаходиться на одному зі своїх стаціонарних рівнів в одному і тому ж функціональному стані з одним і тим же числом функціонуючих СФО, від нуля до всіх. У такому режимі у неї немає перехідного мультимікроцикла (тривалого повтору 3-го мікроциклу).



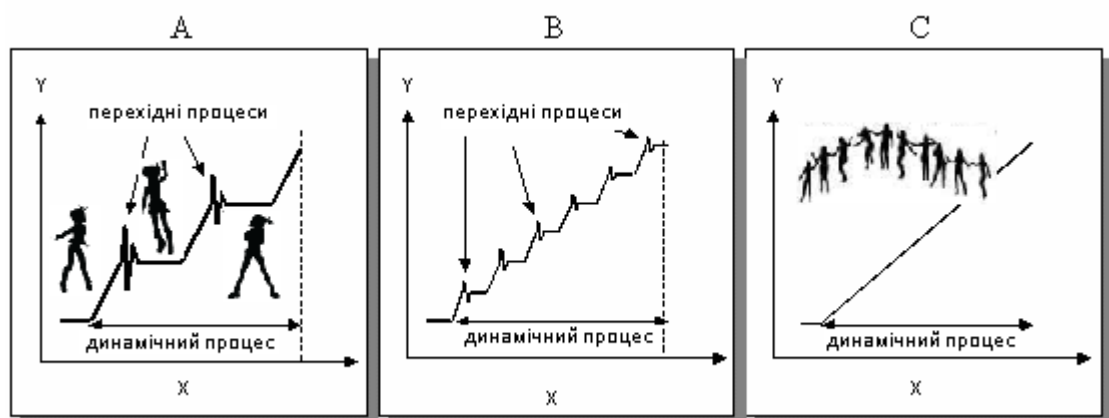
**Рисунок 22. Графік функції системи при змінному рівні зовнішньої дії.** При кожній зміні рівня зовнішньої дії виникають перехідні процеси. Перехід функції на новий рівень стає можливим лише після того, коли система готова це зробити.

У різних систем подібні мікроцикли можуть відрізнятися в деталях, але у всіх без виключення систем є мультимікроцикл НЗЗ. При всіх достоїнствах НЗЗ у неї є дуже істотний недолік – наявність перехідних процесів. Вираженість перехідних процесів залежить від дуже багатьох чинників. Вона може бути від мінімальної до максимальної, але перехідні процеси завжди є у всіх систем в тому або іншому ступені вираженості. Вони неусувні принципово, тому що НЗЗ спрацьовує вже після появи результату дії системи. Поки аффекторы системи відчують розузгодження, поки блок управління прийме відповідне рішення, поки еффекторы виконають це

рішення, поки НЗЗ зміряє результат дії і підправить рішення, і поки цей процес повториться кілька разів до тих пір, поки не буде отримано потрібне співвідношення «...зовнішня дія > результат дії...», пройде якийсь час. Тому в цей час можуть виникнути всякі неочікувані нелінійні перехідні процеси, що порушують нормальний режим роботи системи. Тому при першому «включенні» системи в дію або при різкій зміні навантаження їй потрібний достатньо тривалий період встановлення. І навіть в сталому режимі через різні випадкові флюктуації в зовнішній середовищі може бути невеликий збій в роботі НЗЗ і можуть з'являтися невеликі перехідні процеси («шум» результату дії реальної системи).

Наявність перехідних процесів накладає певні обмеження на роботу і область використання систем. Повільні інерційні системи не підходять для швидких зовнішніх дій, тому що швидкодія систем насамперед визначається швидкодією петлі НЗЗ. Така, швидкодія виконавських елементів є основою швидкодії системи в цілому, але мультимікроцикл НЗЗ вносить свою істотну часту до подовження циклу роботи системи.

Чим повільніше міняється зовнішня дія, тим менший перехідний процес (рис. 23). При достатньо повільній зміні зовнішньої дії перехідний період стає практично непомітним. Отже, якщо зовнішня дія міняється, то залежно від швидкості цієї зміни і від швидкодії елементів системи тривалість перехідного періоду може бути від нуля до максимально можливого.



**Рисунок 23. Перехідні процеси динамічних систем.**

Перехідний процес – це процес переходу з одного рівня функціонального перебування на іншій. Чим «дрібніше» сходинка переходу з одного рівня на іншій, тим менша амплітуда перехідних процесів (А і В). При плавній зміні навантаження перехідних процесів немає (С).

**Вираженість** перехідних процесів залежить від калібру СФО, сили зовнішньої дії, від часу зарядки енергією СФО, від чутливості рецепторів, від часу їх спрацьовування, від глибини ОСС і від алгоритму роботи блоку управління. **Якби у** систем не було перехідних процесів, то й час перехідного періоду завжди дорівнював би **нулю** і системи були б абсолютно **безінерційними**. **Але** таких систем немає і будь-якій системі властива інерційність в тому або іншому **ступені**.

**Наприклад**, в електроніці наявність перехідних процесів породжує додаткові **гармоніки** коливань електричного **струму** в різних підсилювачах або генераторах **струму**. Для їх згладження застосовуються витончені схемні **рішення**, **але** вони є в будь-яких електронних приладах.

**Постійна часу** систем з простими блоками управління включає постійні часу кожної СФО плюс непостійна тривалість перехідних періодів ОСС. Тому постійна часу таких систем не зовсім постійна, тому що тривалість перехідних періодів ОСС може мінятися залежно від сили зовнішньої дії. Перехідні процеси в системах з простими блоками управління збільшують иннерционность таких систем.

Інерційність систем **приводить** до різних фазових порушень синхронізації і балансу взаємодії між системами. Боротися з перехідними процесами можна дуже багатьма способами. Можна фільтрувати зовнішні дії таким чином, що б не було різких ударних дій (фільтрація, принцип поступовості навантаження). Якщо **заздалегідь** знати **характер** зовнішніх дій, передбачати їх, для чого потрібно їх спочатку побачити, що під силу як мінімум **тільки** складним блокам управління, то можна **побудувати** такий



відповідний алгоритм роботи блоку управління, **щоб** 3-й мікроцикл відразу знайшов вірне **рішення** (управління по попередженню). **Але** це є посильним лише інтелектуальним блоком управління. **Повністю** позбавитися від інерційності систем, нам поки що, не вдається.

Тому якщо зовнішня дія не міняється і перехідні процеси практично дорівнюють **нулю**, то система циклічно і рівно працює на одному зі своїх стаціонарних рівнів. Або гладко переходить з одного стаціонарного рівня на іншій, якщо зовнішня дія міняється, **але достатньо повільно**. Якщо перехідні процеси стають відчутними, то цикли роботи системи стають нерівними із-за появи перехідних **мультимікроциклів** – часу перехідних процесів. Нелінійні ефекти при цьому знижують ефективність роботи системи.

Особливе значення для нас мають перехідні процеси, що виникають при різкій зміні ситуації **навколо** нас. Стрес-синдром прямо пов'язаний з цим явищем. Чим різкіше міняється ситуація **навколо** нас, чим вона загрозливіша (чим сильніше зовнішня дія), тим різкіше перехідні процеси, аж до парадоксальних реакцій **типу** ступора.

**Циклічність** – це властивість систем. Будь-яка система працює циклічно. Якщо зовнішня дія зберігається на стабільному рівні, то працює цей мінімальний сталий цикл роботи системи. Але і зовнішня дія також може мінятися циклічно, наприклад, від сну до сну, від обіду до обіду і так далі. Це вже **вторинні**, третинні і так далі цикли. Якщо **побудувати** графіки функцій системи, то **отримаємо** хвилеподібні криві, що характеризують циклічність. Хвили на морі, зміна пір року, рухи планет, рухи **поїздів** і так далі, все це **приклади** циклічності різних систем. Форми кривої циклічності можуть найрізноманітнішими. Крива ЕКГ відрізняється від кривої артеріального **тиску**, і крива артеріального **тиску** відрізняється від кривої **тиску** в лівому плуночку. Число форм кривих **безмежне**.

Два основні параметри характеризують циклічність – *період* (або зворотна періоду величина – *частота*) і *нерівномірність періоду*, в поняття якої входить поняття гармонік частоти. У СФО (проста система) не повинно

бути нерівномірності періоду циклу, її цикли дії завжди однакові. Але у систем вже є перехідні періоди, у яких може бути різний час циклу. Крім того, різні системи мають власні періоди циклу і при їх взаємодії відбувається інтерференція (накладення) періодів. Тому з'являються додаткові зсуви власних періодів систем, з'являються гармоніки циклів. Число таких накладень хвиль може бути як завгодно великим. Тому реально ми спостерігаємо дуже велику різноманітність кривих – правильні синусоїди, неправильні криві і так далі. Але будь-які криві можна розкласти на складові їх хвилі, тобто, розкласти інтерференцію на її складові, використовуючи спеціальні методи аналізу, наприклад, перетворення Фур'є. В результаті можна отримати спектр простіших хвиль типу синусоїди.

**Період циклу** системи – дуже важливий параметр для розуміння процесів, що відбуваються в будь-якій системі, у тому числі і в живому організмі. Його тривалість залежить від постійної часу реакції системи на зовнішню дію. Почавши черговий цикл дій система не зупиниться, поки не закінчить його. Можна спробувати впливати на систему в той час, коли вона ще не закінчила свій цикл дій, але реакція системи на таку дію не буде адекватною. Швидкість наростання функцій системи повністю залежить від часу періоду циклу дій системи. Чим більше період циклу, тим повільніше система переходить від рівня до рівня.

Поняття **абсолютної і відносної рефрактерності** прямо пов'язані з поняттям періоду і фази циклу системи.

**Головні висновки** зі всього вище сказаного:

- будь-які системи працюють циклічно, проходячи через мікроцикли
- у будь-якої системи є перехідні процеси
- період циклу у кожної системи може бути різний і залежить від постійної часу реакції системи на зовнішню дію (у живих системах – від швидкості біохімічних реакцій і від швидкості проведення сигналів, що управляють)

- нерівномірність періоду циклу системи залежить від наявності перехідних процесів, отже, певною мірою, від сили зовнішньої дії
- нерівномірність періоду циклу системи залежить від накладення періодів циклів взаємодіючих систем
- після закінчення циклу дій після одиночної дії система повертається в початковий стан, в якому вона була до початку зовнішньої дії (на одиночну зовнішню дію – одиночний результат дії).

Останнє не **торкається** так **званих генеруючих систем**. Це пов'язано з тим, що після того, як результат дії був **проведений** системою, він стає незалежний від системи, що **провела** його, і сам може стати зовнішньою дією для неї ж. Якщо подати його на вхід зовнішньої дії тієї ж системи, вона знову збудиться і знову **проведе** новий результат дії (позитивний зворотний зв'язок, ПЗЗ). Так працюють всі генератори.

Таким чином, якщо на систему виявляється перша зовнішня дія, або зовнішня дія постійно міняється, число функціонуючих СФО системи *мінняється*. Якщо на систему не виявляється ніякої зовнішньої дії або ця дія є, але воно не міняється, то число функціонуючих СФО системи *не мінняється*. Звідси ми можемо вивести визначення стаціонарних станів і динамічності процесу.

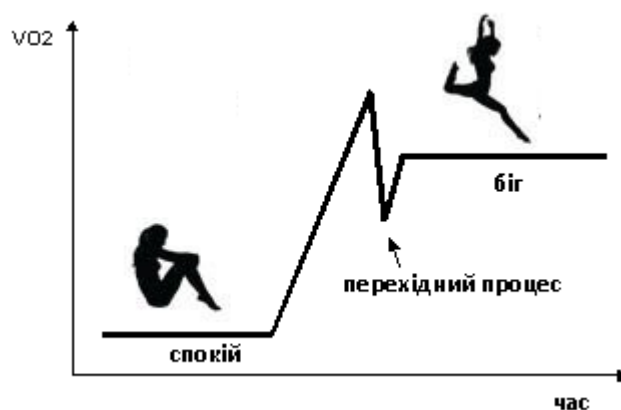
### 1.3.8 Функціональний **стан** системи

Функціональний стан системи визначається числом активних СФО. Якщо все СФО одночасно функціонують – це максимально високий функціональний стан, який виникає при максимальній зовнішній дії. Якщо жодна СФО не активна – це мінімальний функціональний стан. Це може бути за відсутності зовнішньої дії. Зовнішнє середовище постійно спричиняє яку-небудь дію на будь-які системи. Будь-яка зовнішня дія, що вимагає додаткової активної діяльності, перекладає на новий рівень функціонального стану, якщо тільки резерв СФО не вичерпаний. Коли нова дія встановлюється на новому незмінному (стаціонарному) рівні, то і функціональний стан

системи встановлюється в новому незмінному (стаціонарному) функціональному рівні.

### 1. Стаціонарні *стани*.

Стаціонарним є такий стан систем, коли в цих системах функціонує одна і та ж кількість СФО і не відбувається зміни їх функціонального стану. Наприклад, в стані спокою всі системи організму не міняють свій функціональний стан, оскільки увесь час функціонує приблизно постійне число СФО.



**Рисунок 24.** Стаціонарні *стани* спокою і бігу в незмінному ритмі. У обох випадках споживання кисню ( $V O_2$ ) не міняється, хоча під час бігу цей параметр набагато вищий, ніж в стані спокою.

### 2. Динамічні процеси.

Динамічним процесом є процес зміни функціонального стану системи. Система знаходиться в динамічному процесі тоді, коли відбувається зміна числа її СФО, включених в дію. Число постійне включених в дію СФО визначає стаціонарний стан системи. Звідси, динамічний процес – це процес переходу системи з одного стаціонарного рівня на іншій.

Якщо швидкість зміни зовнішніх дій перевищує швидкість встановлення заданого результату дії системи, тоді з'являються перехідні процеси (мультимікроцикли), під час яких відбувається зміна числа функціонуючих СФО. Тому ці перехідні процеси також є динамічними.

Отже, є два типи динамічних процесів – коли система переходить з одного свого стаціонарного перебування (рівня) на іншій і коли вона знаходиться в перехідному мультимікроциклі. Перший з них є *цільовим*, а другою обумовлений недосконалістю систем і є *паразитним*, тому що на його дії відбирається додаткова енергія, яка була призначена на цільові дії.

За визначенням даному вище, в стаціонарному **стані** системи функціонує деяке певне число СФО. Мінімальним кроком зміни рівня функціонального **стану** є величина, визначувана рівнем спрацьовування однієї СФО (один квант дії). Отже, в принципі, перехід з одного рівня функціонального **перебування** на іншій завжди є дискретним (квантованим), а не гладким, і ця дискретність визначається «калібром» СФО. Число стаціонарних **станів** дорівнює числу СФО системи. Системи з великою кількістю «**дрібніших**» СФО проходять через динамічні процеси гладше і без сильних ривків, чим системи з невеликою кількістю «**крупних**» СФО.

Отже, динамічний процес характеризується *амплітудою* приросту функцій системи від мінімуму до максимуму (мінімакс системи, залежить від абсолютного числа її СФО), *дискретністю* або кроком приросту функцій (залежить від «калібру» або кванта одиничних СФО) і параметрами *циклічності* функцій (швидкістю наростання дій системи, періодом фаз циклу і так далі). Він може бути цільовим або паразитним. Слід зазначити, що стаціонарне **стани** також є процесом, **але** сталим (стаціонарним) процесом. У таких випадках **стан** систем від циклу до циклу не міняється. **Але** під час кожного циклу в системі **відбувається** дуже багато різних динамічних процесів, **оскільки** система сама складається з підсистем, в кожній з яких є свої цикли і свої процеси. Сталий процес зберігає систему в одному і тому ж функціональному **стані** і на одному і тому ж стаціонарному рівні. За визначенням, даним вище, якщо система не **мінняє** свого функціонального **стану**, то вона **знаходиться** в стаціонарному **стані**. Отже, сталий процес і стаціонарний **стан** – це одне і те ж, **тому що** незалежно від того, чи **знаходяться** системи в стаціонарному **стані** або в динамічному



процесі, в їх підсистемах завжди можуть бути які-небудь стаціонарні або динамічні процеси.

Звідси – немає абсолютно інертних (бездіяльних) об'єктів. **Вважається**, що **повністю** «бездіяльним» об'єкт може бути при **нулі** градусів Кельвіна (абсолютний **нуль**). Спроби **отримати** абсолютно бездіяльні системи робилися шляхом заморожування тіл до доль градусів Кельвіна.

Оцінка функцій системи проводиться не по поточному її **стану**, а по циклах її діяльності. Оскільки всі процеси в будь-яких системах циклічні, у тому числі і в організмі, то критерієм стаціонарності є незмінність інтегрального **стану** системи від циклу до циклу.

### **3. Оцінка функціонального стану систем.**

Оцінка може бути якісна і кількісна. Наявність (відсутність) яких-небудь хвиль на кривій є *якісною* оцінкою, а їх амплітуда або частота – *кількісною*. Для оцінки функціонального стану будь-яких систем необхідне порівняння результатів вимірів параметрів функцій з тим, що має бути у даної системи. Отже, належні величини залежать від стану, в якому знаходиться дана система. Для оцінки параметрів існують нормативні шкали *належних величин*. Існують *максимальні* і *мінімальні* стандартні величини, *належні спокою* і *піку навантаження*, а також *належні криві* функцій.

Мінімальні і максимальні стандарти не завжди повинні відповідати стану спокою або піку навантаження. Наприклад, загальний периферичний судинний опір має бути максимальним у спокої і мінімальним в навантаженні. Сучасна медицина широко використовує ці види *належних величин*, але майже незнайома з поняттям **належних кривих**.

**Належна величина** – це те, що можна спостерігати у більшості об'єктів в цих же умовах. Для цього використовують статистичні нормативні шкали, отримані шляхом обширних детальних статистичних досліджень у певних груп об'єктів. Це так звані *статистичні* математичні моделі. Вони показують, які параметри мають бути у даної *групи* суб'єктів.

Проте використання нормативних таблиць – це примітивний спосіб оцінки функцій систем. *По-перше*, вони дають належні величини, що характеризують тільки групу здорових осіб, а не даного конкретного суб'єкта. *По-друге*, ми вже знаємо, що системи кожен момент часу знаходяться в одному зі своїх функціональних станів і це залежить від зовнішніх дій. Наприклад, у спокої система знаходиться на найнижчому рівні функціонального стану, а на піку навантаження – на найвищому. Такі таблиці говорять ймовірно про належні величини в стані спокою систем або на піку їх навантаження. Застосування належних кривих є більш інформативним.

Статистичні математичні моделі не володіють такою точністю, як би точно ми не вимірювали б параметри. Статистичні моделі застосовують в тих випадках, коли ми не знаємо всіх елементів системи і законів їх взаємодії. Тоді ми вишукуємо схожі системи по значущих ознаках, якимсь чином вимірюємо результати дії всіх цих систем, що діють в схожих умовах (клінічні випробування), і обчислюємо середній результат дії. Припустивши, що даний суб'єкт мало чим відрізняється від інших, інакше він не був би схожий на них, ми говоримо: – «Раз у них такі-то параметри даної системи в таких-то умовах і вони живуть без проблем, означає і у нього *мають* бути такими ж ці параметри, якщо він знаходиться в цих же умовах». Крім того, часто статистичні моделі взагалі не розкривають суть процесу. Основний **недолік** статистичних моделей полягає в тому, що **достатньо** достовірні результати досліджень можна отримати лише **в тому випадку, якщо строго** дотримувати всі значущі умови, які визначають дану групу суб'єктів. В результаті **з'являється** емпірична модель у вигляді формули (В) (рис.25). Ця модель точніша, ніж статистична, **але** вона все ще носить імовірнісний **характер**. Коли відомі всі деталі системи і **повністю** розкривається механізм її роботи, **з'являється** детермінована математична модель у вигляді формули (С). Її точність обумовлена **лише** точністю методів **вимірювання**.

Застосування статистичних математичних моделей виправдане на перших етапах будь-якого пізнання, коли деталі явища, що вивчається, невідомі.

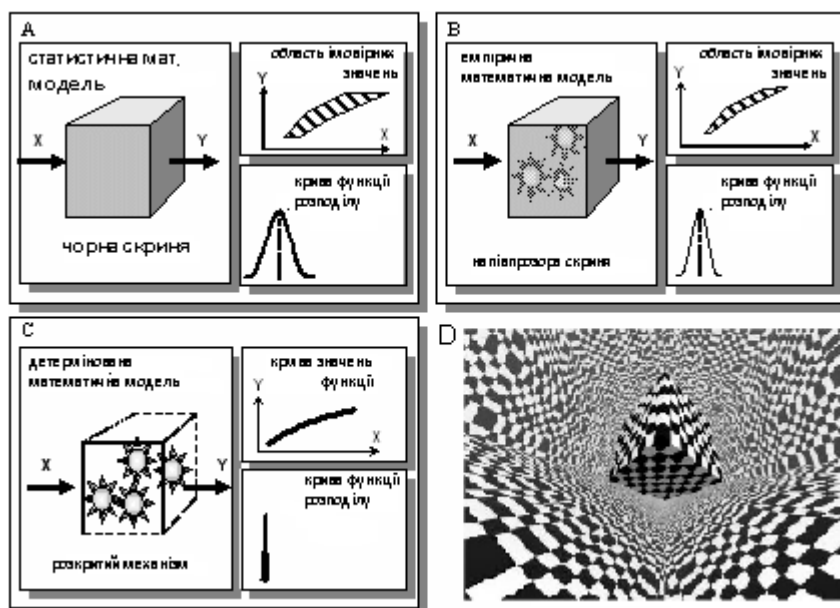


Рисунок 25. Види математичних моделей систем на зразку «чорного ящика» для різної зернистості змінних.

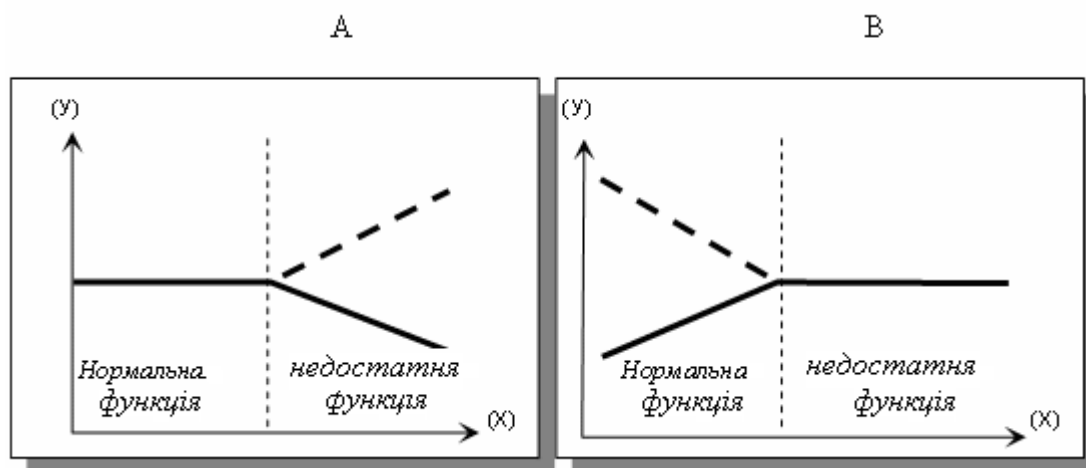
Коли **абсолютно** невідомі деталі системи, **але** відомі варіанти реакції системи і їх вагові імовірнісні коефіцієнти, **з'являється статистична** математична модель системи (A). Неточність цих моделей носить принциповий **характер** і обумовлена імовірнісним **характером** функцій. У міру вивчення системи **починають** виявлятися деталі її **будови**.

У результаті **з'являється** емпірична модель у вигляді формули (B). Ця модель точніша, ніж статистична, **але** вона все ще носить імовірнісний **характер**. Коли відомі всі деталі системи і **повністю** розкривається механізм її роботи, **з'являється** детермінована математична модель у вигляді формули (C). Її точність обумовлена **лише** точністю методів **вимірювання**. Справжня досліджувана система (D) досконало може і не бути змодельованою ніколи.

На цьому етапі пізнання вводиться поняття «Чорного ящика», коли ми нічого не знаємо про будову цього «ящика», але нам відома його реакція на деякі дії (рис. 25). Типи його реакцій виявляються за допомогою

статистичних моделей і далі, за допомогою логіки, виявляються деталі його систем і їх взаємодія. Коли все це виявлено, настає черга детермінованих моделей, а оцінку функцій систем проводять не за табличними даними, а по належній кривій функції системи.

**Належна крива функції систем** – це належна *безліч* значень функції даної конкретної системи у даного конкретного суб'єкта при зміні її навантаження від мінімуму до максимуму. Сьогодні належні криві майже не використовуються і замість належних кривих застосовують екстремальні мінімальні і максимальні належні величини. Якщо актуальна крива збігається з належною кривою, функція нормальна на ділянці збігу. Якщо актуальна крива нижча за належну криву, вона відстає (рис. 26).



**Рисунок 26. Нормальна (А) і відстаюча функція (В).** *Пряма похилої із вертикальних відрізків прямої – належна крива. Вертикальна пунктирна пряма – **межа** переходу нормальної або відстаючої функції в недостатню (у плато)*

Недолік належних кривих в тому, що для їх побудови необхідно використовувати *детерміновані* математичні моделі систем, яких поки дуже мало. Вони будуються на основі знання причинно-наслідкових зв'язків між елементами системи. Ці моделі найбільш складні, трудомісткі і у багатьох випадках поки нездійсненні. Але вони найбільш точні і показують, які параметри мають бути у даного конкретного суб'єкта у будь-який момент

часу. Тільки використання належних кривих функцій дозволяє вірно оцінити актуальні криві (рис. 26).

Відмінність детермінованих математичних моделей від статистичних таблиць полягає в тому, що в першому випадку виробляються належні величини для конкретно *даного* об'єкта (персональні належні), а в другому – належні величини для групи схожих на даного об'єкта елементів. Можливість побудови детермінованих моделей залежить тільки від міри нашого знання про виконавські елементи системи і законів їх взаємодії. **З часом**, у міру накопичення знань, статистичні моделі змінювалися детермінованими. Техніка набагато простіша за біологію і медицину, **тому що** об'єктом її пізнання є відносно прості системи (машини), **побудовані** людиною. Тому її розвиток і процес зміни статистичних математичних моделей на детермінованих пішов далеко уперед, в порівнянні з медициною. **Проте**, на передових позиціях будь-яких наук, у тому числі і технічних, там, де не все ще ясно і пізнано, статистика зберігає свої позиції, оскільки вона допомагає виявляти елементи систем і закони їх взаємодії.

Якщо узяти шкалу від 0 до 100%, де за 0 прийняти рівень табличних статистичних значень, а за 100% – рівень **повністю** детермінованих математичних моделей, то всі наявні в нашому розпорядженні емпіричні математичні моделі будуть десь між 0 і 100%. Таким чином, ми потребуємо не лише знання *мінімальних* або *максимальних* належних величин, які ми можемо отримати використовуючи статистичні математичні моделі. Ми також потребуємо знання *побутових належних* величин цих же параметрів, які мають бути. А для цього нам потрібні детерміновані математичні моделі.

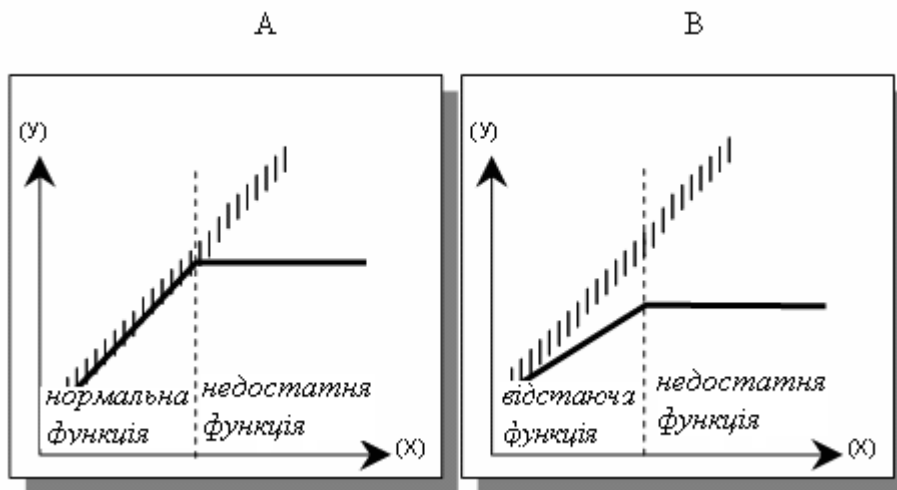
### **Системи стабілізації і **пропорційні** системи.**

Існує певна множина типів різних систем. Але для нас особливе значення мають *системи стабілізації* і *пропорційні системи*. У перших результат дії завжди зберігається один і той же (стабільний), не залежить від сили зовнішньої дії, але залежить від уставки. У других результат дії залежить від



сили зовнішньої дії по якому-небудь певному закону, що задається уставкою, і пропорційний йому.

Система стабілізації використовує два рецептори – «Х» і «У». Рецептор «Х» використовується для запуску системи залежно від наявності зовнішньої дії, а рецептор «У» – для виміру результату дії. На вхід уставки блоку управління системи стабілізації подається уставка – завдання, якої величини має бути результат дії. Система стабілізації повинна виконувати це завдання, тобто, підтримувати (стабілізувати) результат дії на заданому рівні, незалежно від сили зовнішньої дії. Стабільність результату дії забезпечується тим, що в «базі даних» блоку управління є співвідношення числа активних СФО і сили зовнішньої дії і здійснюється за логікою НЗЗ – якщо результат дії збільшився, то потрібно зменшити його, якщо зменшився, то збільшити його. Для цього блок управління повинен містити ППЗ і НЗЗ. Отже, простий блок управління (ППЗ) для систем стабілізації не підходить. Потрібний як мінімум блок управління, який містить також і НЗЗ.



**Рисунок 27. Функції системи стабілізації (А) і пропорційної системи (В).** У системи стабілізації до вертикальної пунктирної прямої результат дії системи стабільний (нормальна функція, крива йде горизонтально). Після пунктирної прямої функція падає (зростає), - стабілізація порушилася (недостатність функції). У пропорційної системи до вертикальної пунктирної прямої її функція наростає (падає) пропорційно зовнішній дії

(нормальна функція). Після пунктирної прямої функція не міняється (увійшла до насичення, перейшла в плато - недостатня функція).

У системі стабілізації вимірювальний елемент постійно вимірює результат дії системи і передає його в блок управління, який порівнює його із заданим. В разі розбіжності результату дії із завданням цей блок приймає рішення про ті або інші дії і примушує елементи виконання діяти так, щоб ця розбіжність зникла. Зовнішня дія може мінятися в різних межах, але результат дії повинен залишатися стабільним і бути рівним заданому. На це система витрачає свої ресурси. Якщо ресурси закінчуються, система стабілізації перестає стабілізувати результат дії і з цієї миті починається її недостатність (мал. 25А, 27А).

Пропорційна система також повинна використовувати обидва рецептори «Х» і «У». Один з них вимірює вхідну дію а інший – результат дії системи. На вхід блоку управління подається уставка – завдання, якою має бути пропорція між зовнішньою дією і результатом дії. Тому такі системи називаються пропорційними. Зовнішня дія може мінятися в різних межах. Але блок управління повинен підстроювати роботу елементів виконання так, щоб зберігалася та пропорція між зовнішньою дією і результатом дії, яка була задана в уставці.

Прикладами пропорційних систем є, наприклад, підсилювачі електричних сигналів, механічні важелі, морські течії (чим більше прогріву води в океані, тим сильніший Гольфстрім), атмосферні явища і так далі

Прикладами такого роду систем можуть бути самі сенсори, оскільки величина їх результату дії (частота імпульсів, амплітуда напруги, і так далі) пропорційна зовнішній дії.

#### **Активні і пасивні системи.**

Пасивними системами називаються ті системи, які не витрачають енергії на свої дії.

*Активними* системами називаються ті системи, які витрачають енергію на свої дії.

Будь-яка дія будь-яких систем вимагає **витрат енергії**. Жодна дія, навіть **найнікчемніша**, неможлива без **витрат енергії**, **тому що**, як вже було сказано, дія – це завжди взаємодія між системами або її елементами. А будь-яка взаємодія – це зв'язок між системами або її елементами, яка для свого **створення** вимагає вкладення в неї енергії. Тому будь-яка дія вимагає **витрат енергії**. Отже, будь-які системи споживають енергію, у тому числі і пасивні. Відмінність між активними і пасивними системами **тільки** в джерелі енергії. Якщо система **знаходиться** в **рівноважному стані** з навколишнім середовищем і на неї не **виявляється ніякої дії**, то система не повинна **робити ніяких дій**. А раз вона не **здійснює** дій, вона не споживає енергію. Вона пасивна до того моменту, коли вона **почне** діяти і лише тоді настане час споживати енергію.

Зовнішня дія *підвищує* внутрішню енергію системи, яка потім використовується для діяльності системи. Є дія – є надлишок внутрішньої енергії системи, є у відповідь дія системи. Немає дії – немає надлишку внутрішньої енергії системи, немає її дії. Зовнішня дія приносить енергію в систему, яка використовує її для реакції на цю дію. Така система вже буде *активною*, тому що використовує свою внутрішню енергію, а не енергію зовнішньої дії.

**Відмінність** струменів повітря від пружин полягає в тому, що струмені повітря складаються з випадкових груп молекул повітря (не системи), рухомих в одному **напрямі**. Серед цих елементів є елементи виконання (СФО – молекули повітря), **але** немає блоку управління, який міг би **побудувати** систему **з** них на зразок пружин, тобто, забезпечити існування струменів повітря як стабільних окремих і незалежних тіл (систем). Ці струмені повітря постійно будуються пропелерами вентиляторів і, оскільки у них немає власного блоку управління, постійно самі собою руйнуються. Якщо **побудувати** яку-небудь систему, що дозволить струменям повітря не

руйнуватися, наприклад, укласти їх в гумові балони, то вони зможуть існувати вже незалежно від вентиляторів. Але в цьому випадку система стабілізації вертикального положення перейде з категорії активних систем у пасивну.

Отже, як активні, так і пасивні системи споживають енергію. Проте пасивні споживають зовнішню енергію, що привноситься самою зовнішньою дією, а активні – свою власну внутрішню енергію. Завжди при взаємодії систем відбувається обмін енергією. Але під час своєї діяльності пасивні системи не витрачають свою внутрішню енергію, тому що не «уміють» цього робити, а використовують тільки енергію зовнішньої дії. А активні системи можуть витрачати свою внутрішню енергію.

## §1.4. Еволюція систем

### 1.4.1. Складний блок управління.

Для якнайкращого досягнення мети система завжди повинна виконувати свою дію оптимально, видати свій результат дії в потрібному місці і в потрібний час. Блок управління системи вирішує обидва завдання – де і коли потрібно спрацювати.

Для спрацювання в потрібному місці у нього має бути поняття про простір і відповідні сенсори, що поставляють інформацію про ситуації у даному просторі.

Час видачі результату дії у простих систем, у свою чергу, включає два періоди:

1) час, витрачений на ухвалення рішення (від моменту появи зовнішньої дії до моменту активації СФО)

2) час, витрачений на спрацювання СФО (від моменту початку активації СФО до моменту отримання результату дії).

Час, витрачений на ухвалення рішення, залежить від тривалості циклів роботи системи.

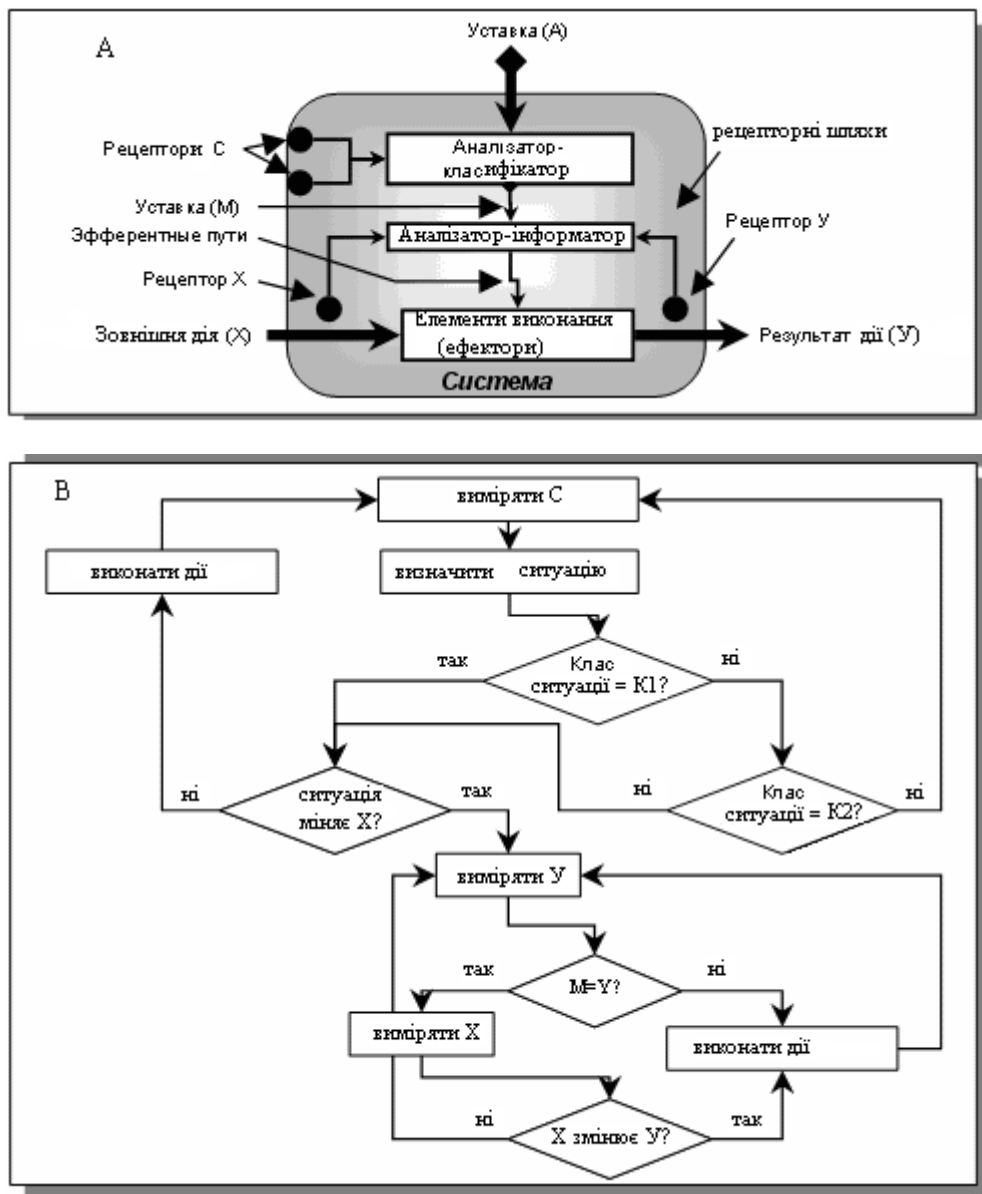
Поняття «у потрібний час» означає не лише час спрацьовування у відповідь на зовнішню дію. У багатьох випадках необхідно спрацьовувати раніше зовнішньої дії. Проте система з простим блоком управління починає спрацьовувати лише після появи зовнішньої дії. Для живих систем це дуже великий (катастрофічний) недолік, оскільки якщо вже є дія на який-небудь організм, то, можливо, його вже почали їсти. Буде краще, якщо система почне діяти ще до того, як це зовнішня дія почнеться. Якщо зовнішня ситуація загрожує появою небезпечної дії, то оптимальні дії системи можуть оберігати її від нього. А для цього потрібно знати стан зовнішньої ситуації, уміти її побачити, оцінити і знати, які дії необхідно зробити в певних випадках. Тобто, потрібно здійснювати управління по *попередженню* отримання реального результату дії перед зовнішньою дією. Для виконання цих дій він повинен містити спеціальні елементи, які можуть це робити і яких у нього немає.

Простий блок управління може здійснювати управління тільки по *розузгодженню* (розбіжності) реального результату дії із заданим, тому що система з простим блоком управління не може «знати» нічого про зовнішню ситуацію до того моменту, поки ця ситуація не почне впливати на систему. Знання зовнішньої ситуації для простого блоку управління недоступно. Тому простий блок управління завжди починає спрацьовувати із запізнюванням. Інколи може бути надто пізно управляти. Таким чином, простий блок управління не може ухвалювати рішення про час і місце спрацьовування. Для цього блоку управління потрібний спеціальний аналізатор, який може визначати і аналізувати зовнішню ситуацію і, залежно від різних зовнішніх або внутрішніх умов, може виробляти **рішення** про свої дії. У цього аналізатора має бути поняття про час і **простір**, в якому розігрується певна ситуація, а також відповідні інформатори (сенсори з лініями зв'язку між ними і цим спеціальним аналізатором), які дають інформацію про зовнішню ситуацію. У аналізатора-інформатора нічого цього немає.



Простий блок управління систем з НЗЗ, представлений на рис. 20, такого додаткового аналізатора-класифікатора не містить. Тому він і називається простим. У нього є тільки *аналізатор-інформатор*, який відчуває за допомогою сенсора «Х» зовнішню дію тільки тоді, коли ця дія вже почалася, вимірює свій результат дії за допомогою НЗЗ (сенсора «У») лише тоді, коли цей результат вже з'явився, і аналізує отримувану інформацію вже після того, як був виданий результат дії, тому що для спрацьовування НЗЗ потрібний час. Крім того, аналізатор-інформатор **містить тільки** «базу даних», в якій в явній або неявній формі «записана» таблиця належних значень контрольованих параметрів (дані), які потрібно порівнювати із даними **вимірів** зовнішньої дії і результатів дії. На основі цих порівнянь він виробляє **рішення**. Його алгоритм управління заснований **тільки** на порівнянні даних **вимірів**, що проводяться рецепторами «Х» і «У», з «базою даних». Якщо, розузгодження рівне «М», то потрібно зробити, наприклад, менше дії, якщо воно рівне «N», то більше дії. Простий блок управління не може **мінати** вирішення про зміну рівня контрольованого параметра, часу **включення** або глибини НЗЗ, **тому що** у нього немає відповідної інформації. Для виконання цих дій він повинен **містити** спеціальні елементи, які можуть дати йому цю інформацію.

**Щоб** вирішити, даний блок повинен «знати» ситуацію **навколо** системи, яка може **заподіяти** певну зовнішню дію. Для цього **перш за все** він повинен «бачити» її, тобто, мати для цього сенсори, які можуть **отримувати** інформацію на відстані і без прямого контакту (дистанційний інформатор «С»). Крім того він повинен містити спеціальний аналізатор-класифікатор, який може *класифікувати* зовнішнє оточення і виділяти в нім не всі об'єкти і ситуації, а лише ті, які можуть вплинути на виконання його цілей. Крім того, в нім мають бути поняття про простір і час.



**Рисунок 28. Складний блок управління (А) і алгоритм його роботи (В).**

У «базі знань» повинна зберігатися інформація не про параметри зовнішньої дії, які зберігаються в «базі даних», а про ситуації навколо (зовні) системи, які можуть привести до специфічної зовнішньої дії. «База знань» може бути упроваджена в блок управління у момент його «народження» або внесена пізнішим разом з уставкою, причому упроваджується в даний блок зовнішніми системами по відношенню до даної системи. Якщо в його «базі знань» немає опису даної ситуації, він не зможе її розпізнати і класифікувати. «База знань» містить опис різних ситуацій і значущість цих ситуацій для

системи. Знаючи значущість реальної ситуації для досягнення мети система зможе зробити прогноз і вирішити про свої дії залежно від прогнозу.

Окрім «бази знань» у нього також має бути і «база рішень» – набір готових рішень, що приймаються блоком управління залежно від ситуації і від прогнозу. (статутні рішення, інструкції), у якій зберігаються відповідні рішеннях, які необхідно приймати у відповідних ситуаціях. Якщо у нього немає готових рішень на зовнішню ситуацію, він не може виконати свою мету. Визначивши ситуацію і виробивши рішення він задає уставку для аналізатора-інформатора (уставка «М» на рис. 28), який активує стимулятор відповідним чином. Таким чином, блок управління ускладнюється за рахунок включення в його склад інформатора «С» і аналізатора-класифікатора, що містить «базу знань» і «базу рішень» (рис. 28). Тому такі блоки управління називаються *складними*. Чим складніший блок ухвалення рішень, тим точніше може бути вибране рішення. Отже, складний блок управління включає і *аналізатор-інформатор*, який має «базу даних», і *аналізатор-класифікатор*, який має «базу знань» і «базу рішень».

Всі дії систем, керованих *простими* блоками управління, будуть *автоматичними*. Біологічним аналогом простого блоку управління є аксон-рефлексы, що працюють згідно із законом «все або нічого». *Складний* блок управління реагує не на *зовнішню дію*, а на певну *зовнішню ситуацію*, яка може дати певну зовнішню дію. Таким чином, система з складним блоком управління є об'єктом, який може реагувати на певну зовнішню ситуацію, в якій може бути ця дія. Але він може реагувати тільки на фіксоване (кінцеве) число зовнішніх ситуацій, опис яких міститься в його «базі знань» і у нього є кінцеве число рішень на ці ситуації, опис яких міститься в його «базі рішень». Для визначення зовнішньої ситуації він має інформатор «С» і аналізатор-класифікатор.

У останньому він схожий на систему з простим блоком управління. Він також може реагувати на певну зовнішню дію і його реакція обумовлена типом і числом його СФО. Результат дії системи також градуирований. Число

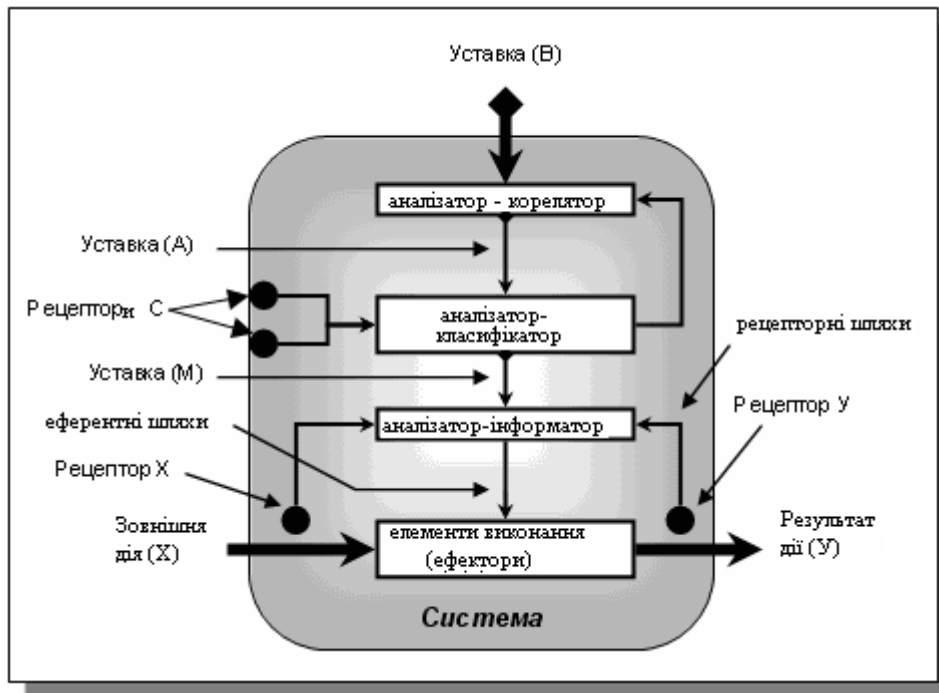
градацій визначається числом виконавчих СФО в системі. Він також має аналізатор-інформатор із «базою даних», ППЗ з (інформатор «Х») і НЗЗ (інформатор «У»), які через стимулятор (еферентні **шляхи**) управляють системою.

#### 1.4.2. Самонавчальний блок управління

«База знань» в принципі не може мати інформації про те, чого ще не було в світі. Ясно, що і «база **рішень**» не може **містити** всіх можливих варіантів **рішень**.

Щоб уміти розпізнавати і класифікувати нові ситуації, блок управління повинен уміти заносити описи цих ситуацій в свою «базу знань». Але спочатку він повинен уміти розпізнати, що це взагалі *нова* ситуація, наприклад, порівнюючи її з тим, що вже є в «базі знань». Потім він повинен виявити *значущість* (ціннісну вартість) саме цієї ситуації для досягнення власної мети. Якщо немає ніякої кореляції між новою ситуацією і виконанням мети системи, немає сенсу запам'ятовувати цю ситуацію, інакше мізки будуть «забиті сміттям». Виділяючи і класифікуючи зовнішні ситуації (розпізнає їх) і знаходячи взаємозв'язок (кореляцію) між цими ситуаціями, вирішеними і досягненням мети системи блок управління вчиться виробляти відповідні рішення. Таким чином самонавчальний блок ухвалення рішень постійно доповнює свою «базу знань» і «базу рішень».

Але нічого само собою не відбувається за законом збереження. Для того, щоб блок управління міг робити все вище названі дії, він повинен мати відповідні елементи. Основним таким елементом є *аналізатор-корелятор* (рис. 29). Його **завдання** – виявити нову ситуацію, розпізнати, що вона нова, виявити **міру** кореляції між цією ситуацією і його власною **метою**. Якщо немає кореляції між цією новою ситуацією і виконанням власної **мети** системою, немає **сенсу** запам'ятовувати і **даремно** завантажувати свою обмежену пам'ять «бази даних».



**Рисунок 29. Самонавчальний блок управління. Його основною відмінністю від систем, що є несамо-навчальними, є аналізатор-корелятор різного ступеня складності.**

Якщо **ступінь** кореляції високий, то потрібно занести цю ситуацію в свою «базу знань» і виробити **рішення** про вибір власних дій для досягнення власної мети, після чого визначити, чи є кореляція між вирішеним і досягненням мети. Якщо ж немає кореляції між вирішеним і виконанням власної **мети** системою, то треба знайти інше **рішення** і знову визначити кореляцію вирішеним і виконанням **мети**. І так повторювати до тих пір, поки не **з'явиться достатньо** висока кореляція між вирішеним і виконанням **мети**. **Тільки після** цього занести знайдене правильне **рішення** в свою «базу рішень».

У цьому суть самонавчання. **Тільки** аналізатор-корелятор **робить** можливим процес самонавчання. Самонавчання системи – це, по суті, виникнення рефлексів на нові подразники або ситуації. Отже, вони можливі лише тоді, коли в блоці управління є аналізатор-корелятор. Біологічним аналогом аналізатора-корелятора є кора головного мозку. Небіологічні



аналоги систем з таким самонавчальним блоком управління нам невідомі. Комп'ютерні самонавчальні системи побудовані людиною і сам процес самонавчання завжди зрештою включає кору головного мозку людини. Є різні так звані «інтелектуальні» системи, але повноцінним інтелектом поки володіє лише людина.

Уточнимо, що, взагалі кажучи, немає самонавчальних систем, а є їх самонавчальні *блоки управління*, тому що виконавські елементи не можуть нічому навчатися. Можуть бути системи з простими елементами виконання, але з блоками управління різної складності.

**Приклад.** Будь-який вибуховий пристрій містить тільки один виконавський елемент (одна *складена* СФО – заряд вибухівки) і блок управління, який висаджує заряд вибухівки в потрібний час. Блок управління може бути як простим, таким, що спрацьовує від дотику, так і надзвичайно складним, включаючим, наприклад, технічні пристрої дистанційного керування і спостерігача з боку для вироблення рішення про час вибуху. У всіх випадках заряд вибухівки один і той же, простий, по суті – СФО, а системи управління можуть бути абсолютно різні по ступеню своєї складності. Вибухівка також може бути будь-якому ступеню складності. Наприклад, атомна бомба включає як звичайні вибухові матеріали типа тротилу, так і ядерний заряд типа плутонію. Але ні тротил, ні плутоній, ні тротил з плутонієм разом ніколи не зможуть нічому навчитися. Проте, назва «Самонавчальні системи», історично прижилася.

Для того, щоб блок управління міг бути самонавчальним, він повинен *містити* трьох *типів* аналізаторів:

1) аналізатор-інформатор з «базою даних» (ПУС і НЗЗ, завдяки яким система може виділити і *заміряти* зовнішні сигнали і *заміряти* власний результат дії)

2) аналізатор-класифікатор із «базою знань» і «базою *рішень*» (який може класифікувати зовнішню ситуацію на основі інформації з інформатора «С»)

3) аналізатор-корелятор (який може виявити взаємозв'язок – кореляцію, між різними зовнішніми ситуаціями і результатами дій даної системи і передавати отримані знання і рішення аналізатору класифікаторові для занесення в «базу знань» і «базу рішень»)

Таким чином, система із самонавчальним блоком управління є об'єктом, який може навчитися розпізнавати нові зовнішні дії і ситуації, в якій може бути ця дія. Для цього у нього є аналізатор-корелятор. У останньому він схожий на систему із складним блоком управління. Він може реагувати на певну зовнішню дію і на зовнішню ситуацію, і його реакція обумовлена типом і числом його СФО. Результат дії системи також градуирований. Число градацій визначається числом виконавчих СФО в системі. Він також має аналізатор-класифікатор з «базою знань» і «базою рішень», аналізатор-інформатор з «базою даних», ППЗ з (інформатор «Х») і НЗЗ (інформатор «У»), які через стимулятор (еферентні шляхи) управляють системою.

На неживому світі аналогів систем із самонавчальним блоком управління немає. Природнім аналогом аналізатора-корелятора є тільки кора головного мозку.

### 1.4.3. Сигнальні системи

Поява в блоці управління аналізатора-корелятора дала йому можливість збільшувати свій особистий досвід шляхом самонавчання і постійно поповнювати свою «базу знань» і «базу рішень». Але він не може передати свій досвід іншим системам. Особистий досвід обмежений, як би особа не прагнула збільшити його. У будь-якому випадку колективний досвід набагато більше особистого. Для того, щоб одна особа могла передати свій досвід іншій особі, необхідний окремий пристрій, за допомогою якого можна «перекачувати» інформацію з однієї «бази знань» в іншу. Потрібно змодельовати ситуацію, в якому всі дійові особи – абстрактні об'єкти. Замінити реальні об'єкти іншими, яким привласнюється умовний зв'язок між

ними і реальними об'єктами (абстрагування об'єктів). Такими абстрактними об'єктами є *умовні* сигнали. Системи «домовляються» (ставлять умову), що якщо з'явиться такий-то сигнал, це говоритиме про те-то. Це є так звана *перша сигнальна система*. Для абстрагування реальної дії його символом в блоці управління необхідний додатковий пристрій – *аналізатор-абстрактор*, в якому має бути своя «база абстракцій» («база умовних сигналів»).

«База абстракцій» **містить** набір опису певних сигналів, які приймаються як умовні ситуації і які відповідають іншим певним ситуаціям. Умовним сигналом є поява якого-небудь об'єкту або рухи (ситуаційний сигнал), які **зазвичай** не **з'являються** в **звичайній** рутинній ситуації. Само по собі поява умовного сигналу ніяк не впливає на досягнення своїх цілей системами

Абстрагування реальної зовнішньої дії, об'єкту або ситуації *ситуаційним* умовним сигналом (позою, звуком, рухом, якою-небудь дією) може робити *перша* сигнальна система. Абстрагування реальної зовнішньої дії, об'єкту або ситуації *знаковим* умовним сигналом (символом) може робити тільки *друга* сигнальна система. Блок управління з другою сигнальною системою – це інтелектуальний блок управління. Інтелект залежить від наявності і ступеня розвиненості (числа рівнів) аналізатора - абстрактора.

Таким чином, система з самонавчальним блоком управління, який містить *першу сигнальну систему*, є об'єктом, який може абстрагувати зовнішні дії і ситуації абстрактним *ситуаційним умовним сигналом*. Для цього у нього є аналізатор - абстрактор першого порядку. Але він може повідомити про наявність такої дії або ситуації тільки у момент їх виникнення. Він може передати свій досвід іншим системам тільки з допомогою *ситуаційним умовним сигналом*, можливості якого обмежені. У такого блоку є «база знань» і «база абстракцій», яку він накопичує в своєму *мозку* протягом свого життя. У співтовариствах систем з першою сигнальною

системою можливе накопичення особистих знань, але неможливе накопичення суспільних знань, тому що ці знання накопичуються тільки в блоці управління (у головному мозку), можливості якого обмежені.

Система, у якій є самонавчальний блок управління, що містить *другу сигнальну систему*, є об'єктом, який може абстрагувати зовнішні дії і ситуації абстрактним *знаковим умовним сигналом*. Для цього у нього є аналізатор - абстрактор *Z*-го порядку. Він може передати свій досвід іншим системам шляхом передачі ним інформації у вигляді умовних знаків. Такі блоки накопичують «базу знань» *поза* своїм головним мозком у вигляді листа завдяки розвиненій «базі абстракцій». Це дає можливість позбавити залежність накопичення знань від часу життя окремого суб'єкта. У співтовариствах систем з другою сигнальною системою можливе накопичення суспільних знань і це підсилює накопичення особистих знань. На неживому світі немає аналогів систем з блоком управління з сигнальними системами.

#### **1.4.4. Системи, здатні до самоорганізації**

Богданов показав, що існує два способи утворення систем. За першим способом система виникає як мінімум із двох об'єктів будь-якої природи за допомогою третьої *суті* – зв'язку (синтез, генерація). За другим способом система утворюється за рахунок розпаду (деструкції, дегенерації) раніше існуючої складнішої системи [6]. Отже, систему можна *побудувати* (організувати) з нових елементів або *перебудувати* (реорганізувати) за рахунок *включення* в її склад додаткових елементів, або шляхом *виключення* з її складу непотрібних елементів. *Мабуть*, існує і третій спосіб реорганізації систем – заміна старих або зношених *частин* на нові (структурна регенерація), і четвертий спосіб – зміна зв'язків між внутрішніми елементами системи (функціональна регенерація).

*Генерація* (перший спосіб реорганізації) – це процес позитивної ентропії (від простого до складного, ускладнення систем). Нова система

утворюється за рахунок збільшення складу її елементів. Цей процес відбувається за рахунок появи додаткових зв'язків між елементами і тому вимагає енергії і потоку речовин (нових елементів).

*Дегенерація* (другий спосіб реорганізації) – це процес негативної ентропії (від складного до простого, спрощення систем). Нова система утворюється за рахунок зменшення складу її елементів. Цей процес виділяє енергію і елементи зі свого складу.

Обидва способи використовуються для **створення** нових систем з новими цілями. У першому випадку виходить ускладнення систем, в другому – їх спрощення або руйнування.

*Структурна регенерація* (третій спосіб реорганізації) використовується для збереження і відновлення складу систем. Вона використовується у вигляді *обміну речовин* (див. нижчий) у жвавих систем, але при цьому система і її цілі не міняються і. Цей процес вимагає енергії і потоку речовин для відновлення СФО.

*Функціональна регенерація* (четвертий спосіб реорганізації) використовується для роботи самих систем. Сам принцип функціонування систем нагадує процеси генерації і дегенерації. Під час нарощування функцій система включає чергові СФО, як-будто б будуючи нову потужнішу систему з великим числом елементів (генерація). Під час зниження потужності функцій система вимикає чергові СФО, знову як-будто б будуючи нову систему з меншим числом елементів (дегенерація). Але це все оборотні зміни системи, що виникають у відповідь на зовнішню дію, які здійснюється за рахунок зміни стану її елементів і використання ППС, ООС і ефекторів. При цьому склад системи як би міняється залежно від мети. У неї з'являються активні і пасивні (резервні) СФО. Цей процес вимагає енергії і вимагає потоку речовин для заповнення енергії, але не обов'язково вимагає потоку речовин для відновлення СФО.

*По-перше*, необхідна наявність когось або чогось «зацікавленого» в новій якості результату дії, хто (або що) визначить цю умову (поставить

мета) і побудує блок управління. Цим «зацікавленим» може бути, наприклад, людина, яка будує щось і йому потрібні системи із заданими властивостями. «Зацікавленим» може бути також випадок в парі з «природнім» відбором, коли шляхом великої кількості випадкового перебору можуть виникнути відповідні комбінації елементів і їх взаємодій, найбільш стійкі в даних умовах зовнішнього середовища. Таким чином, зовнішня середовища ставить умови, а випадок будує системи під ці умови. Тут ми не розглядаємо умови, в яких здійснюється генерація або дегенерація, і які пов'язані з надмірністю або нестачею енергії (з позитивною або негативною ентропією). Ми розглядаємо тільки необхідність і доцільність створення систем. Чим більше складність системи, тим більше варіантів перебору має бути, тим більше часу на це потрібний (закон великих чисел). Але у будь-якому випадку будь-які системи будуються під якусь певну мету. Мета – це і є «зацікавленість».

По-друге, для того, щоб в принципі була можливість побудови систем з будь-яким блоком управління, навіть простим, необхідна наявність таких елементів, якості результатів дії яких принципово давали б цю можливість. Це витікає із закону збереження і закону причинно-наслідкових обмежень – ніщо само собою не відбувається. Ці елементи повинні мати входи зовнішньої дії (обов'язково), входи уставки (необов'язково для некерованих СФО) і виходи результату дії (обов'язково). Виходи і входи повинні мати можливість взаємодіяти між собою. Ця можливість реалізується комбінацією гомореактивності і гетерореактивності елементів.

**Фізична гомореактивність** – здатність елемента давати такий же вид результату дії, якою є зовнішня дія (*тиск* → *тиск*, *електрика* → *електрика*, і так далі). При цьому характеристики фізичних параметрів не міняються ( $10\text{ г} \rightarrow 10\text{ г}$ ,  $5\text{ мВ} \rightarrow 5\text{ мВ}$  і так далі). Гомореактивні елементи є передавачами дій.

**Фізична гетерореактивність** – здатність елемента у відповідь на зовнішню дію одного фізичного роду давати результат дії іншого фізичного роду (*тиск* > *частота електричних імпульсів*, *електричний струм* >

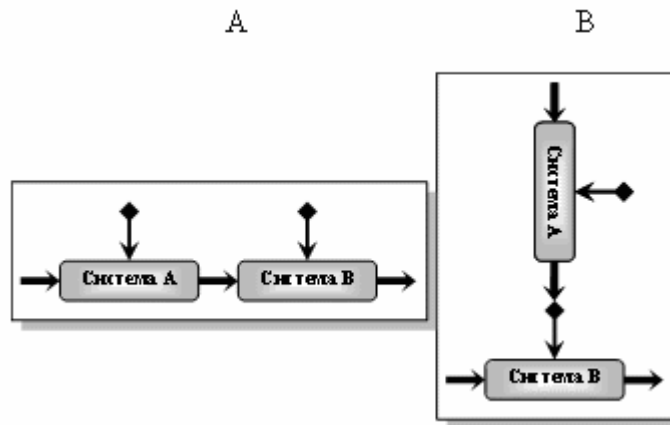


поворот осі валу, і так далі). Гетерореактивні елементи є перетворювачами дій.

**Логічна гетерореактивність** – здатність елемента у відповідь на зовнішню дію одного фізичного роду давати результат дії того ж фізичного роду (*тиск > тиск, електричний струм > електричний струм* і так далі), але з іншими характеристиками (*10 г < 100 г, 5 mA > 0.5 mA, 1 Hz < 10 Hz, 5 імпульсів < 15 імпульсів* і так далі). Підсилювачі, перетворювачі коди, логічні компоненти електроніки – приклади елементів з логічною гетерореактивністю.

Будь-яка система складається з елементів, *виконавчих* і *управляючих*. В той же час будь-який *блок управління* будь-яких систем сам складається з якихось часток (елементів), отже він також потрапляє під визначення систем. Тобто, блок управління і його частки самі є певними системами (підсистемами) з їх цілями, і вони мають власні виконавські елементи і локальні блоки управління, керівники цими виконавськими елементами. Обов'язковою умовою для частки з них є їх здатність до гетерореактивності того або іншого роду. Ефект їх дії, що управляє, полягає тільки в їх взаємному розташуванні. У локальний блок управління вводиться уставка (завдання умови, мета), і він постійно стежить за тим, щоб результат дії завжди відповідав уставке. При цьому уставка може задаватися ззовні іншою системою, зовнішньою по відношенню до даної, або самонавчальний блок може «вирішити» сам змінити параметри уставки (але не мета). Отже, елементи управління можуть бути такими ж, як і елементи виконання. Різниця тільки у взаємному розташуванні. Директор підприємства така ж людина, як і рядовий інженер.

Всі елементи системи, виконавчі і управляючі, **побудовані** по певній схемі, конкретній для кожного конкретного випадку (для кожної конкретної **мети**), **але** всі вони повинні мати «вихід», звідки виходить результат дії даного елемента і два «входи» – для зовнішньої дії і для входу **уставки**.



**Рисунок 30.** Деякі варіанти взаємодії елементів системи. *A* – взаємодія *типа* вихід-вхід, обидві системи є виконавськими елементами; *У* – взаємодія *типа* вихід-уставка, система «А» як елемент, що управляє, а система «В» як виконавський елемент.

Якщо виходи яких-небудь елементів сполучені з входами для зовнішніх дій інших елементів, такі елементи є виконавчими (рис. 30 А). В цьому випадку виконавські елементи є перетворювачами одних результатів дії в інших, тому що результати дій систем-донорів є зовнішньою дією для систем-реципієнтів (для виконавських елементів). Вони (зовнішні дії) як би входять в систему і виходять з неї вже перетвореними у вигляді нових результатів дії.

Якщо виходи елементів сполучені з входами уставки інших елементів, такі елементи є такими, що управляють і входять до складу блоку управління (рис. 30 В). У цих випадках результат дії одних систем є уставкою (директивою) для виконавських елементів, директивою як перетворювати результати дії систем-донорів в результати дії систем реципієнтів.

Завжди при з'єднанні виходів і входів виконується закон однорідності дій і однорідної інтерактивності (гомореактивності) з'єднання вихід-вхід. Якщо, наприклад, результатом дії елементу-донора є тиск (системи «А»), то вхід зовнішньої дії (система «В» на мал. 30 А) або уставки (система «В» на мал. 30 В) елементу-реципієнта має бути здатний реагувати саме на тиск, інакше взаємодія між елементами неможлива.

*По- третє*, для того, щоб «влізти» в управління інших систем, у даної системи має бути фізична або яка-небудь інша можливість приєднати власний вихід результату дії або власний стимулятор до входу уставки який-небудь іншої системи. В цьому випадку ця інша система стає підсистемою, що підкоряється даному блоку управління. Тобто, системи повинні мати фізичну можливість суміщати виходи своїх стимуляторів і/або результатів дії з входами уставки інших систем. Для цього вони мають бути рухливі. Якщо системи вільно **рухаються** в **просторі**, вони можуть випадково або не випадково з'єднуватися своїми виходами-входами і утворювати нові системи. Той, у **кого** випадково або не випадково блоки управління виявилися кращими, у нього більше шансів на виживання (тут ми не стосуємося причин «випадковості» або «цілеспрямованості»).

Отже, для самоорганізації, випадкової або цілеспрямованої, однією з головних умов є можливість приєднання виходу результату дії системи або її стимулятора до входу уставки іншої системи на принципі гомореактивності (тиск → *тиск*, температура → *температура* і так далі). Для цього системи мають бути рухливі. Якщо порушений сам блок управління, система також перестає нормально **функціонувати**. Якщо системи **є живими**, то таке стає можливим.

Є типи пристроїв, де вимога фізичної рухливості необов'язкова і проте потоки інформації з однієї системи можуть перетікати в блоки управління інших пристроїв. Це так звані релейні мережі, наприклад, комп'ютерні мережі, що управляють, кора головного мозку і так далі, в яких можлива *віртуальна рухливість*, тобто, можливість перемикання потоків інформації. У таких мережах інформація може перекачуватися в тих напрямках, в яких потрібний.

Організація і реорганізація систем може бути *випадковою* і *цілеспрямованою*. При випадковій організації або реорганізації немає спеціального блоку управління, який має мету і вирішення про споруду нової системи, та ще в таких подробицях, що, наприклад, такий-то вихід

стимулятора потрібно з'єднати з таким-то входом уставки. Випадковість визначається вірогідністю. Тут працює *закон великих чисел*, який свідчить: «якщо щось може статися теоретично, то при дуже великому числі випадків це обов'язково станеться». Чим більше число випадків, тим більше вірогідність появи будь-яких систем, вдалих і невдалих, тому що випадковість будує системи, вірогідність задає їх конфігурацію, а зовнішня середа проводить природний відбір. Тому і відбуваються різні комбінації з'єднань часток систем. Тому можуть утворитися як нежиттєздатні монстри, так і найбільш пристосовані до даних умов.

При організації систем не **так** поважно, який блок управління мають системи, що з'єднуються (що організуються), простий або складний. **Поважно тільки щоб** виходи стимуляторів або результатів дії одних систем з'єднувалися **з** входами **уставки** інших. Блоки управління систем, що об'єднуються, можуть бути будь-якими, від простого, до самонавчального. При цьому, якщо навіть самонавчальний блок (тобто, **достатньо** розвинений) не **«захоче»** з'єднати свій вхід **уставки** з виходом стимулятора або результату дії іншої системи, навіть простої, він все одно нічого не зможе зробити, якщо він не зможе уберегти свій вхід **уставки**.

**Приклад.** Вірус **«не питає дозволу»** у файлу.

Вирішення про перебудову системи (цілеспрямованість) може приходити ззовні, від вищої на сходах ієрархії системи, що управляє. Це *пасивна* цілеспрямованість, тому що ініціатива приходить ззовні. Зовнішня система «говорить» даній системі: «Як тільки побачиш таку-то систему, відразу приєднуй її до себе». Система може робити активні дії для такої організації, але це ще не самоорганізація, а нав'язана (примусова, директивна) організація. Тільки системи з самонавчальним блоком управління можуть оцінити зовнішню ситуацію, правильно оцінити значення всього нового, що оточує дану систему і зробити вивід про доцільність перебудови. Це вже *активна* цілеспрямованість, тому що ініціатива виникла усередині даної системи, вона сама «вирішила» і ніхто їй цього «не

нав'язував». Зовнішня середа диктує умови існування систем і вона може «змусити» систему вирішити про реорганізацію. Але рішення про час і характер реорганізації система ухвалює сама на основі свого особистого досвіду і можливостей. Тільки системи з самонавчальним блоком управління можуть ініціювати активну цілеспрямованість, можуть бути *такими, що свідомо самоорганізуються*.

При цьому слід зазначити, що рішення про самоорганізацію не указує на свободу вибору мети системи, а є свободою вибору її дій, для досягнення мети, заданої ззовні. Щоб краще виконати свою мету, наприклад, вижити в таких-то умовах, система ухвалює рішення про реорганізацію, щоб краще адаптуватися до зовнішніх умов і підняти свої шанси виживання.

#### 1.4.5. Види самоорганізації

Все, що було сказано вище, стосувалося лише створення нових систем і їх розвитку. Але будь-які системи постійно піддаються різним зовнішнім діям, які рано чи пізно руйнують їх. Швидкості цього руху можуть бути різними: десь події відбуваються раз в мільйони років, а десь – мільйони разів в секунду. Але, видно, неможливо знайти куточок у Всесвіті, де б не відбувалося якого-небудь руху, теплового, електричного, гравітаційного і ін. Отже, завжди є процес негативної ентропії. Будь-які системи завжди реорганізуються за рахунок розпаду складніших раніше існуючих систем, вони старіють (дегенерують). Руйнування – це процес втрати системами своїх СФО.

Якщо немає притоку енергії, то система тільки розсіпатиметься і втрачатиме свої СФО. Це однозначно виходить із законів термодинаміки. Попереду настає так звана «теплова ентропійна смерть». Руйнування систем під дією зовнішньої середи – це примусова ентропійна реорганізація (дегенерція), але не самоорганізація. У об'єктів мінерального миру є тільки пасивні засоби захисту від руйнування і одним з основних способів захисту є об'єднання елементів саме в систему (генерація). Отже, поява систем і їх

еволюція на мінеральному світі є засобом захисту цих елементів від руйнування.

Система завжди сильніша за однаків. Утворення зв'язків між елементами і виникнення систем на мінеральному світі за типом генерації є *пасивним* способом захисту елементів проти руйнівної дії негативної ентропії. Отже, *пасивних* засобів недостатньо для захисту від руйнування. Які-б не були твердими і великими кристали, з часом і вони розсипаються. Щоб зберегти систему від руйнування потрібно постійно заповнювати зруйновані частки. Структурна регенерація призначена для **збереження** складу систем.

Системи із заданими (цільовими) властивостями завжди утворюватимуться лише в тому випадку, якщо організація або реорганізація систем *цілеспрямована*. Тільки блок управління «знає» про мету системи і лише він може ухвалювати рішення, зокрема про перебудову системи. Але не кожен блок управління підходить для цільової перебудови. Для того, щоб вирішити, що «он ту систему» потрібно приєднати до себе, потрібно «бачити» цю систему, знати її властивості і визначити, чи підходять ці властивості для досягнення власної мети, ще до початку взаємодії. А для цього потрібно уміти «бачити» і оцінити ситуацію навколо даної системи. Такий аналіз можуть робити тільки самонавчальні системи.

Таким чином, **у** системи може бути:

1) випадкова організація:

- генерація (випадковий фізичний збіг виходів стимулятора або результату дії одних систем **з** входами **уставки** блоку управління або входами зовнішньої дії інших систем, може бути у систем з будь-якими блоками управління, включаючи прості)

- дегенерація (руйнування, спрощення складу, втрата своїх СФО під дією зовнішньої **середовища** – інших систем, може бути **у** систем **з** будь-якими блоками управління, включаючи прості)

2) **цілеспрямована** організація :



- примусова генерація (ціленаправлене фізичне поєднання виходів стимулятора або результату дії одних систем з входами уставки блоку управління або входами зовнішньої дії інших систем, може бути у систем з будь-якими блоками управління, включаючи прості)

- примусова дегенерація (руйнування, спрощення складу, втрата СФО системи, під цілеспрямованою дією інших систем може бути у систем із будь-якими блоками управління, включаючи прості)

3) самоорганізація :

- функціональна регенерація (робота самої системи, включення або виключення функцій власних СФО, залежно від потреб ситуації, без зміни свого складу, може бути у систем з будь-якими блоками управління, включаючи прості)

- генетична структурна регенерація у вигляді обміну речовин і розмноження особин, направлена на збереження свого складу (може бути у систем з блоками управління, починаючи з простих)

- генетична структурна регенерація у вигляді несвідомої структурної реорганізації, направленої на посилення можливостей організму шляхом використання інших систем, що прямо не входять до складу даної системи (предметів) (використовує «генетичну» пам'ять і може бути у систем з блоками управління, починаючи з простих)

- свідомі структурна регенерація, направлена на посилення можливостей організму шляхом використання інших систем, що прямо не входять до складу даної системи (предметів) (різні технології, направлена на посилення можливостей організму, може бути у систем з блоками управління, починаючи з складних з другою сигнальною системою).

## Розділ 2. Системний аналіз

Системний аналіз – це процес отримання відповіді на питання: «Чому виконується або не виконується генеральна мета системи?».

Поняття «Системний аналіз» включає два інших поняття – «система» і «аналіз». Поняття «система» нерозривно пов'язане з поняттям «**Мета (ціль)** системи». Поняття «аналіз» означає розбір по **частинах** і розкладання по полицках (класифікація). Отже, «системний аналіз» – це розбір **цілі** системи на її **підцілі** (класифікація або ієрархія цілей) і розбір самої системи на її підсистеми (класифікація або ієрархія систем) з наміром з'ясувати, які підсистеми і чому можуть (не можуть) виконати поставлені перед ними цілі.

Будь-які системи, у тому числі і системи живого організму, працюють за принципом: «необхідно і **достатньо**», який є принципом оптимального управління. Поняття «необхідний» визначає якість **мети**, а поняття «достатній» – її кількість. Якщо якісні і кількісні параметри **мети** даною системою можуть бути виконані, вона достатня. Якщо якісь **із** цих параметрів **мети** система не може виконати, вона недостатня. Чому дана система не може виконати дану **мету**? На це питання відповідає системний аналіз.

Системний аналіз може показати, що такий-то об'єкт «складається з... для..», тобто, показати, для якої **мети** зроблений даний об'єкт, **з** яких елементів він **складається** і яку роль грає кожен елемент для досягнення даної мети. Системний аналіз **проводиться** не довільно, а по певних правилах. Основні умови системного аналізу – **врахування** складності та ієрархії цілей і систем.

## § 2.1. Складність систем

Необхідно уточнити поняття складності системи. Вище ми бачили, що наростання складності систем **відбувалося** в основному за рахунок наростання складності блоку управління. Складність елементів виконання при цьому могла бути найпримітивнішою, не дивлячись на те, що блок управління при цьому міг бути дуже складним. Система могла **містити тільки** один елемент **типа** СФО і навіть всього лиш одну СФО, тобто, бути багатofункціональною. **Але** при цьому вона могла дуже точно виконувати

свої функції, з урахуванням зовнішньої ситуації і навіть з урахуванням можливості появи нових ситуацій, якщо у неї був достатньо складний блок управління.

Коли аналізують складність системи з позицій кібернетики, теорії зв'язку, інформодинамики і так далі, обговорюють складність саме блоку управління, а не складність системи. Відзначимо, що незалежно від ступеня складності системи в ній існує два потоки активності – потік інформації і потік цільових дій системи. Потік інформації проходить через блок управління, а потік цільових дій – через елементи виконання. Термодинаміка розглядує потік цільових дій, а кібернетика і інформодинаміка розглядають тільки особливості потоків інформації, що проходять через блоки управління.

Проте, поняття складності може також стосуватися і потоків цільових дій систем. Існують моно- і багатофункціональні системи. Немає багатоцільових, а є тільки і моноцільові системи, хоча поняття «Багатоцільова система» і використовується. Наприклад, говорять, що цей винищувач-бомбардувальник є багатоцільовим, тому що він може і бомбити, і інші літаки збивати. Але все одно у цього літака є тільки одна генеральна мета – знищувати об'єкти противника. Тільки у даного винищувача-бомбардувальника можливостей більше, ніж у просто винищувача або просто бомбардувальника. Отже, поняття складності стосується тільки числа і якості дій системи, які визначаються числом рівнів її ієрархії (див. нижчий), але не числа її елементів. Динозаври були значно більшими ссавців (мали більше елементів), але були набагато простіше влаштовані.

Простою системою є СФО. Вона дуже грубо виконує свої функції, оскільки спрацьовує за законом «все або нічого» і її дії найбільш примітивні.

Будь-яка СФО є простою неповноцінною системою і її неповноцінність виявляється в тому, що така система може забезпечити тільки певну якість результату дії, але не може забезпечити оптимальну його кількість. Різні СФО можуть розрізнятися за наслідками своїх дій (різномісні СФО), можуть і не розрізнятися (однотипні СФО). Але всі вони працюють згідно із законом

«все, або нічого». Тобто, результат її дії не має градацій, він або нульовий (не активна фаза), або максимальний (активна фаза). СФО або максимально реагує на зовнішню дію (результат дії максимальний – *все*), або чекає зовнішню дію (результат дії нульовий – *нічого*) і немає градацій результату дії. Кожен результат дії СФО є квантом (неподільною порцією) дії.

*Монофункціональні системи* володіють тільки одним видом результату дії, який визначається типом їх СФО. Вони можуть містити будь-яку кількість СФО, від одного до максимального, але у будь-якому випадку це мають бути однотипні СФО. Відмінність від простої системи тільки в кількості результату дії (відмінність кількісна). Монофункціональна система вже може виконувати свої функції точніше, оскільки її дії мають сходинки градації функцій. Точність виконання функції залежить, величини дії одиночної СФО, від глибини НЗЗ і від типу її блоку управління, а потужність – від числа СФО. Чим «дрібніше» СФО, тим більш можлива точність. Чим більше число СФО, тим більша потужність.

Таким чином, якщо склад виконавських елементів системи (склад СФО) однотипний, то вона *монофункціональна* і є простою системою. Але при цьому її блок управління може бути, наприклад, складним. В цьому випадку система є простою з складним блоком управління.

*Багатофункціональна система* – це система, яка містить більше одного типу монофункціональних систем. Вона володіє багатьма видами результату дії і може виконувати декілька різних функцій (багато функцій). Будь-яку складну систему можна розкласти на декілька простих систем, які ми вже розгледіли вище. Відмінність багатофункціональної системи від монофункціональної в тому, що монофункціональна система складається з самої себе і включає однотипні СФО, а складна – з декількох монофункціональних систем з іншими типами СФО. Причому цими декількома простими системами управляє один загальний для них блок управління будь-якого ступеня складності.

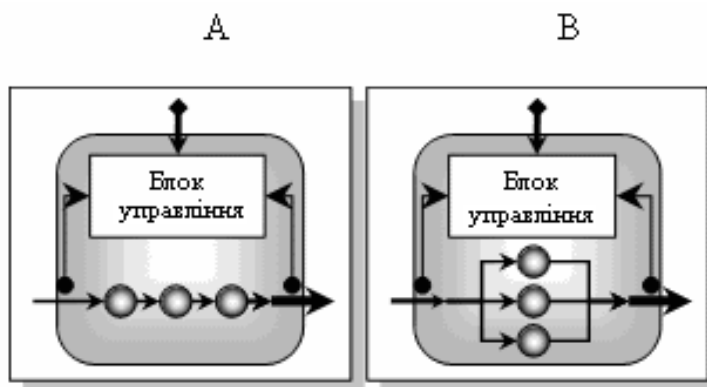
Щоб не плутати складність систем з складністю їх блоку управління, простіше прийняти, що є монофункціональні (прості) і багато-функціональні (складні) системи. В цьому випадку поняття складності системи стосується тільки блоку управління. У монофункціональній системі блок управління управляє набором власних СФО, незалежно від ступеня його складності. У багатофункціональній системі блок управління будь-якої складності, управляє декількома монофункціональними підсистемами, кожна з яких має свої СФО зі своїми блоками управління. Саме складність блоку управління визначає складність системи, причому **не лише типа** системи, але і саму приналежність даного об'єкту до розряду систем. Є відповідний блок управління, є система. Немає (будь-якого) блоку управління – немає системи. У систем можуть бути блоки управління не нижче, ніж простий. Простий блок управління не може бути у повноцінній системі, **але є у СФО**.

Таким чином, система – це об'єкт певного **ступеня** складності, який може **підстроювати** свої функції під навантаження (під зовнішню дію). Якщо в її склад входить більш ніж одна СФО, результат її дії має число градацій, рівне числу її СФО, або, що те ж саме, числу квантів дії. Число функцій системи визначається кількістю різнотипних монофункціональних систем, які входять до складу даної системи.

Окремі СФО можна групувати, отримуючи при цьому інші системи, які можуть відрізнятися від окремих СФО або по кількості, або за якістю результату дії. Якщо знов отримані системи відрізняються від їх власних СФО по *кількості* результату дії, це рівносильно появі нових монофункціональних систем з градуйованим результатом дії (див. вищий). Це є розвиток систем по *горизонталі*. Якщо вони відрізняються за якістю, це рівносильно появі нових багатофункціональних систем або СФО, тільки на більш високому рівні, і цей процес ми також розглядували. Така побудова нових систем є розвиток систем по *вертикалі*.

Характеристика нових систем визначається складом елементів виконання і особливостями блоку управління. Якщо потрібно підвищити

амплітуду або потужність спрацьовування системи, то склад елементів виконання має бути однаковим. Для підвищення *амплітуди* дії системи всі СФО шикуються в послідовний ряд, для підвищення *потужності* – в паралельний ряд (рис. 31), залежно від необхідної кількості результату дії (амплітуди або потужності в даний конкретний момент).



**Рисунок 31. Послідовний (А) і паралельний (В) ряди з'єднання СФО.** *Послідовне з'єднання СФО (кульки) підвищує амплітуду результату дії. Паралельне з'єднання СФО підвищує потужність результату дії.*

Різноманітні СФО мають різні цілі і тому у них різні функції. У відмінності СФО полягає їх спеціалізація, коли кожна з них має властиву їй спеціальну функцію. Якщо до складу якої-небудь системи входять різноманітні СФО, то така система буде диференційовною, такою, що має елементи з різною спеціалізацією. У системах з однотипними СФО всі елементи мають однакову спеціалізацію. Тому в такій системі немає диференціації. Таким чином, поняття *спеціалізації* характеризує окремий елемент, а поняття *диференціації* – групу елементів.

Кількість СФО в реальних системах завжди звичайно, тому і *можливості* реальних систем *кінцеві* і обмежені. Ресурси будь-якої системи залежать від числа СФО, які входять в її склад як елементи виконання. Скільки патронів є в пістолеті, стільки і пострілів він може зробити, не більше. Чим менше СФО є у системи, тим менший діапазон змін зовнішньої



дії може привести до вичерпання її ресурсів, тим гірше вона протистоїть дії зовнішнього **середовища**.

Збираючи різні СФО у все більш і складніші системи можна **побудувати** системи **із** будь-якими заданими властивостями (якості результату дії) і потужності (кількості квантів результату дії). При цьому елементи систем самі є системами, хоча і нижчого **порядку** (підсистемами) для цих систем. А сама дана система також може бути елементом для системи вищого **порядку**. У цьому полягає суть ієрархії систем.

## § 2.2. Ієрархія цілей і систем

Чим складніше система, тим більше різноманітність зовнішніх дій, на які вона реагує. Але завжди на певну *дію* (або певну комбінацію зовнішніх дій) система завжди повинна дати тільки певну *реакцію* (однозначну реакцію), або певний комплекс реакцій (однозначний комплекс реакцій). Тобто, система завжди реагує тільки на *одну* певну зовнішню дію, і завжди дає тільки одну певну реакцію.

Але ми завжди бачимо «багато»-реактивні системи. Наприклад, ми реагуємо на світло, на звук, на температуру і так далі. При цьому ми можемо стояти, бігти, лежати, їсти, кричати і так далі. Тобто, ми реагуємо на багато зовнішніх дій і робимо багато різних дій. Тут немає суперечності, оскільки і цілі, і реакції можуть бути простими і складними. Кінцева головна мета системи є логічною сумою підцілей її підсистем. Мета складається з підцілей. Якщо враховувати ієрархію цілей, ієрархію систем і ієрархію зовнішніх дій, то завжди можна визначити **тільки** одне, хоча і складна, зовнішня дія і лише одну, хоча і складну, реакцію. Будь-яка множина **укладається** в одну сумарну зовнішню дію і одну сумарну реакцію, залежно від рівня ієрархії.

Будь-який об'єкт є системою і складається з елементів, а кожен елемент призначений для вирішення відповідних **підцілей** (підзадач). У системи є **загальна** певна мета, а будь-яким з її елементів сам є системою (підсистемою

даної системи), що має власну мету (підціль) і власний результат дії. Коли ми говоримо «загальну певну мету», ми маємо зважаючи на не цілі елементів системи, а ту генеральну мету, яка досягається шляхом їх взаємодії. У системи є мета, якої немає у кожного її елементу окремо. Але генеральна мета системи дробиться на підцілі і ці підцілі вже є цілями її елементів.

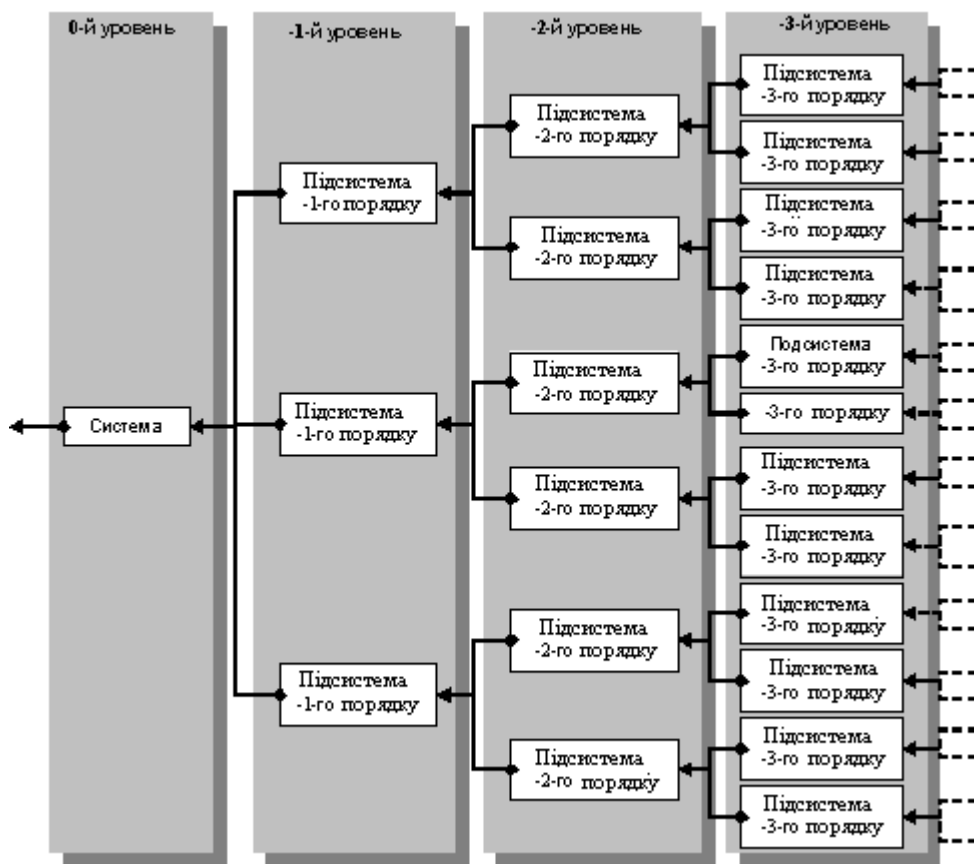
Немає систем у вигляді неподільного об'єкту, будь-яка система складається з групи елементів. А кожен елемент, у свою чергу, сам є системою (підсистемою) зі своєю метою, підціллю генеральної мети, що появилася. Для досягнення мети система робить безліч різних дій і кожне з них є результатом дії її елементів. Логічною сумою всіх результатів дій підсистем системи є кінцева функція – результат дії даної системи.

Таким чином, одна кардинальна мета визначає систему, а підціль – підсистему. І так углиб ієрархічних сходів. Мета дробиться на подцели і будується ієрархія цілей (логічно зв'язаний ланцюг належних дій). Для виконання цієї мети будується система, состоящая з підсистем, кожна з яких повинна виконувати відповідні подцели і здатні дати необхідний відповідний результат дії. Таким чином будується ієрархія підсистем. Число підсистем в системі дорівнює числу підзадач (підцілей), на які розбивається генеральна мета. Структурна схема системної ієрархії в загальному вигляді представлена на рис.32. У цій схемі сама система розташована на нульовому рівні ієрархії, а всі її підсистеми на мінус першому, мінус другому і так далі, рівнях відповідно. Порядок нумерації координат відносний. Це означає, що сама дана система може входити як підсистема в іншу, крупнішу систему. Тоді вже крупніша система буде прирівняна до нульового рівня, а дана система вже буде її підсистемою і буде розташована на мінус першому рівні.

Отже, ієрархічні сходи систем будуються на основі ієрархії цілей. Цільові дії систем виконують її елементи виконання, але для управління їх цільовою взаємодією необхідна взаємодія блоку управління самої системи і блоків управління її підсистем. Тому ієрархічні сходи систем – це, по суті, ієрархічні сходи блоків управління систем. Ці сходи будуються за принципом піраміди.

Вгорі один начальник (блок управління всієї системи), під ним декілька його конкретних підлеглих (блоки управління підсистем системи), під кожним з них їх конкретні підлегли (блоки управління підсистем, що нижче стоять) і так далі. На кожному рівні ієрархії існують власні блоки управління, регулюючі функції відповідних підсистем.

Ієрахічні **відношення** між блоками управління різних рівнів будуються на підлеглих блоків нижчого рангу вищим. Тобто, блок управління високого рівня задає **уставку** блокам управління нижчого рівня.



**Рисунок 32. Ієрархія системи.** *Представлено тільки 4 рівні ієрархії, від 0-го до -3-го. Відлік відносний, де за 0-й рівень прийнятий рівень даної системи. Його можна продовжувати як в сторони вищих цифр, так і у бік нижчих (негативних) цифр. Поняття «порядок» і «рівень» ідентичні. Поняття «система» і «підсистема» також ідентичні. Наприклад, замість вираження «підсистема мінус 2-го порядку» можна сказати: «система мінус 2-го рівня». І хоча за нульовий рівень прийнятий рівень самої системи,*

вона сама може входити як підсистема в іншу систему більш вищого порядку. Тоді вже номер її рівня може стати **негативним** (нумерація рівня відносна).

Елементи кожного рівня ієрархії систем є **частинами** системи, її підсистемами, системами нижчого порядку. Тому, поняття «частина», «виконавський елемент», «підсистема», «система» і у ряді випадків навіть «елемент» є ідентичними і відносними. Вибір назви диктується лише зручністю підкреслення **місця** даного елемента в ієрархії системи.

Поняття про ієрархічні сходи (принцип піраміди) є дуже **потужним** інструментом і в ній полягає основна перевага системного аналізу. Без цього поняття неможливим є системний аналіз. Як все наше оточення, так і будь-який **живий** організм складається з величезного числа різних елементів, що **знаходяться** в різних стосунках. Неможливо аналізувати всю **величезну** кількість інформації, що характеризує **нескінченне** число різних елементів. Поняття ієрархії систем різко звужує число елементів, що підлягають аналізу. Без неї ми повинні брати на **облік** всі рівні навколишнього світу, **починаючи** від елементарних **часток** і кінчаючи глобальними системами, такими як організм, біосфера, планета і так далі.

Для глобальної оцінки будь-якої системи досить аналізувати всього три рівні:

- 1) глобальний рівень самої системи (її **місце** в ієрархії більш вищих систем),
- 2) рівень її елементів виконання (їх **місце** в ієрархії самої системи),
- 3) рівень елементів її управління (елементів блоку управління самої системи).

Для оцінки функції системи необхідно визначити відповідність результату дії даної системи її **мети** – належному результату дії (глобальний рівень функції системи), визначити число її підсистем і відповідність їх результатів дії їх цілям – їх належним **результатам** дії (локальні рівні функцій елементів виконання), і **оцінити** функцію елементів управління. **Зрештою**

максимальний рівень функції системи визначається логічною сумою результатів дій всіх підсистем, що входять в її склад, і оптимальністю діяльності блоку управління.

Дотримуючись **наступного** ланцюжка міркувань:

- 1) наявність **мети** для виконання певної умови
- 2) наявність **новизни** якості або кількості результату дії
- 3) наявність петлі (блоку) управління

можна виділити елементи будь-якої конкретної системи, виявити її ієрархію, і розділити перехресні системи, в яких одні і ті ж елементи виконують різні функції.

Системи працюють по законах логіки, основним принципом яких є виконання умови: «...якщо, то...». У цій умові «...якщо» є аргументом (метою), а то...» – функцією (результатом дії). Цією умовою визначається детермінізм в природі і ієрархічні сходи. Будь-який закон, природний або соціальний, вимагає виконання якої-небудь умови, а основою будь-якої умови є ця логічна зв'язка – «...якщо, то...». Причому, ця логічна зв'язка стосується тільки двох суміжних підсистем на ієрархічних сходах. Аргумент «...якщо» завжди задає система на вищій сходинці, а функцію (то...) виконує система (підсистема), що стоїть прямо під нею на нижчій сходинці ієрархічних сходів.

Дії самих елементів і взаємодії між елементами можуть бути засновані на законах фізики або хімії (законах електродинаміки, термодинаміки, математики, соціальних або квантових законах і так далі). Але робота блоку управління заснована тільки на законах логіки. А оскільки саме блок управління визначає характер функції систем, то можна стверджувати, що системи працюють по законах логіки. Закони логіки фундаментальніші, ніж решта законів всесвіту.

Коли **відбувається** організація систем, **відбувається** з'єднання відповідних виходів результатів дії і стимуляторів із входами зовнішньої дії або **уставки** відповідних систем. Яка-небудь система може **«влізти»** в блок

управління іншої системи **тільки** через вхід **уставки**. Так будується ієрархія систем, одна з них що управляє на верхній **ступені** ієрархії, інша керована, нижче на **один ступінь** ієрархії. У керованій системі, **у свою чергу** є свої підсистеми на ще **нижчому ступені** ієрархії з їх блоками управління і з їх входами **уставки**. Таким чином, система складається з підсистем або СФО, але і сама вона може входити як підсистема до складу іншої системи, що стоїть на **вищому ступені** системної ієрархії. Число ієрархічних **ступенів** може бути будь-яким.

**Але** глибина управління на сходах системної ієрархії не будь-яка. У блоці управління системи глибина ієрархії управління має бути не **більш ніж** на одну сходинку вниз по системних ієрархічних сходах. Він не може управляти вищими по відношенню до нього системами, тобто, що стоять на одну і вище за сходинки сходів ієрархії, **тому що** сам управляється блоком управління цієї вищої системи через власний вхід **уставки**. Не хвіст крутить собакою, а собака крутить хвостом.

Йому немає **сенсу** управляти також і тими системами, що стоять більш ніж на одну сходинку вниз по цих же сходах. У кожній **підпорядкованій** йому підсистемі є власна **мета**, яка **є підціллю** даної системи і яку вона виконує за рахунок взаємодії вже її власних підсистем. Якщо вона виконує свою **мету**, то немає **сенсу** лізти углиб ієрархії, оскільки дана підсистема так і так її виконує. Якщо дана підсистема через які-небудь причини не може виконати свою **мету (підціль)**, то блоку управління немає **сенсу «влазить»** ще углиб ієрархії, **тому що** якщо **«дрібний начальник»** не зміг управляти даною підсистемою, то і начальник, **«що стоїть вище»**, також не зможе це зробити і дана підсистема все одно не зможе виконати **свою мету**. Тобто, блоки управління працюють за середньовічним феодальним принципом – «васал мого васала не мій васал». Це витікає з самого принципу роботи блоку управління. Він може управляти **тільки** якістю і кількістю функцій підлеглих йому підсистем або СФО за рахунок **їх включення** (виключення) і шляхом передачі в їх блоки управління певних **уставок** (директив). Причому число



підлеглих підсистем не повинне перевищувати певне число, яке залежить від співвідношення ступенів складності блоку управління і виконуваної мети.

Інколи в співтовариствах людей «начальники» уявляють, що вони можуть управляти на будь-яких рівнях, але такий тип управління найефективніший. Якнайкращий тип управління – це коли директор (блок управління багатофункціональної системи) управляє тільки начальниками відділів (блоки управління монофункціональних систем), ставить перед ними здійснимі цілі і вимагає їх виконання. Причому, число його «замів» не повинне перевищувати  $7 \pm 2$  (число Мюллера). Якщо якийсь відділ не виконує своїх цілей, це означає, що або керівництво відділу (блок управління підсистеми) не годиться, тому що або недостатньо продумало і розподілило завдання для своїх підлеглих (для СФО), або неправильно підібрало рядових працівників (СФО), або перед самим відділом (перед системою) була поставлена нездійсненна мета, або сам директор (блок управління системи) не годиться для управління. У цих випадках необхідна реорганізація системи. Але якщо система налагоджена і функціонує нормально, то директорові немає сенсу самому «влазити» в поточні справи відділу. Для цього є начальник відділу.

Вирішення про реорганізацію системи відбувається лише тоді, коли система з якої-небудь причини не може виконати мету (криза системи). Якщо немає кризи, немає сенсу в реорганізації. Для реорганізації система міняє склад своїх виконавських елементів, що управляють, як за рахунок включення (виключення) додаткових підсистем, так і за рахунок зміни комбінацій вихід-вхід цих елементів. У таких випадках може відбуватися перескок сходинок ієрархії і порушення принципу «васал мого васала не мій васал». У цьому суть реорганізації системи. При цьому частка елементів може бути викинута з системи за непотрібністю (так колись ми втратили, наприклад, хвости і зябра), а інша частка може бути включена до складу системи або переміщена по сходах ієрархії. Але все це може відбуватися тільки під час самої реорганізації системи. Коли сам процес реорганізації

закінчується і реорганізована система може виконувати поставлену перед нею мету (починає нормально функціонувати), відновлюється закон управління «васал мого васала не мій васал».

### § 2.3. Наслідки з аксіом

Міркування, що вище розгледіли, стосуються не лише співтовариств людей. У будь-якій системі є ієрархія. Вона є в планетарних системах, в кристалічних системах, в системах біосфери і взагалі у всіх системах без виключення і незалежно від складності систем. Це визначається наслідками із аксіом, які є обов'язковими для будь-яких систем.

**Незалежність мети.** Мета не залежить від об'єкту (системи), оскільки визначається не даним об'єктом, не його потребою, а потребою іншого об'єкту в чомусь (диктується зовнішньою середою або іншою системою). Але поняття «система» по відношенню до даного об'єкту залежить від мети, тобто, від відповідності можливостей даного об'єкту виконати задану мету. Мета задається ззовні і об'єкт будується під неї, а не навпаки. Тільки в цьому випадку він є системою.

**Спеціалізація функцій системи.** У відповідь на певну (специфічне) зовнішню дію система завжди дає певний (специфічний) результат дії. Спеціалізація – це цілеспрямованість. Будь-яка система цілеспрямована, і це впливає з аксіоми. Немає систем взагалі, є конкретні системи. Тому у будь-якої системи є її специфічна мета.

**Елементи виконання** (виконавчі СФО) яких-небудь систем можуть бути однотипними (однаковими, не диференційовані один від одного). Якщо ж елементи виконання відрізняються один від одного (різномісний), то дана система складається з диференційованих елементів.

**Цілісність системи.** Система проявляє себе як одиничний і цілісний об'єкт. Це витікає з єдності мети, яка властиво тільки системі в цілому, але не

її окремим елементам в частковостях. Мета об'єднує елементи системи в єдине ціле.

**Наприклад**, годинник є цілісним і єдиним об'єктом, хоча і складаються з багатьох дрібних і крупних складових частин.

**Обмежена дискретність системи.** Немає нічого неподільного і будь-яку систему можна розділити на частини. При цьому будь-яка система складається з кінцевого числа елементів (часток) – елементів виконання (підсистем, елементів, СФО) і елементів управління (блоку управління). Ділити на підсистеми можна нескінченно, але самі системи мають обмежене і кінцеве число елементів.

**Ієрархічність системи.** Елементи системи знаходяться в різних стосунках між собою і місце кожного з них є местом на ієрархічних сходах системи. Система хоча і проявляє себе як одиничний і цілісний об'єкт, але складається з елементів (підсистем, часток), тобто, систем нижчого порядку. В той же час вона сама може бути системою (підсистемою, часткою), що входить до складу системи вищого порядку. Ієрархічність систем обумовлена ієрархічністю цілей. У системи є мета. А для досягнення цієї мети необхідно вирішити ряд дрібніших підцілей, для яких велика система містить ряд підсистем різного ступеня складності, від мінімальної (СФО) до максимально можливої складності. Ієрархічність – це відмінність між цілями системи і цілями її елементів (підсистем), які є для неї підцілями. Причому, системи вищого порядку ставлять цілі перед системами нижчого порядку. Таким чином, мета вищого порядку підрозділяється на ряд підцілей (цілей нижчого порядку). Ієрархія цілей визначає ієрархію систем. Для досягнення кожною з підцілей потрібний специфічний елемент (виходить із закону збереження). Управління в ієрархічних сходах здійснюється згідно закону «васал мого васала не мій васал». Тобто, пряме управління можливе лише на рівні «система – власна підсистема», і неможливе управління системою підсистеми її підсистеми. Для кожної з цих підцілей існують специфічні

системи (підсистеми, елементи), кожна з яких має **тільки** їх специфічні функції.

**Функція системи.** Результат дії системи є її функцією. Для досягнення мети система повинна цілеспрямовано виконувати певні дії, які в результаті яких з'являється функція системи. Мета є *аргументом* для системи (імперативом), а результат дії системи – *функцією*. Функції системи визначаються набором виконавських елементів, їх взаємним розташуванням і блоком управління. Поняття «система» і «функція» **нероздільні**. Немає нефункціональних систем. Функціональна система – це **тафтологія**, тому що вони всі функціональні. Але може бути система, що не функціонує в даний момент (у режимі **очікування**). Після того, як на неї буде **надано** певна зовнішня дія, вона обов'язково дасть певний і специфічний результат дії (функціонуватиме). Без зовнішньої дії немає дій системи (не функціонує). Пістолет не вистрелить, **поки не натиснеш** курок.

Взагалі кажучи, прийнято, що **аргументом системи** є зовнішня дія, тому що на цьому принципі проводиться побудова графіків функції. По осі «Х» відкладаються значення аргументу (зовнішньої дії), а по осі «У» – значення функції. Введення поняття мети вводить новий елемент графіка – належну криву, показуючу, яким чином *повинна* поводитися функція при зміні зовнішньої дії. Тобто, мета указує системі, яким чином вона повинна поводитися при певній зовнішній дії. Тому при обліку мети аргументом є не зовнішня дія, а мета.

Потрібно розрізняти внутрішні функції системи (підфункції), що належать її елементам (підсистемам, СФО), і зовнішні функції, що належать всій системі **в цілому**. Зовнішня функція системи – це результат її власної дії, що виходить **з** системи. Внутрішні функції системи – це результати дії її елементів.

**Результативність систем.** Відповідність результату дії поставленої мети характеризує результативність систем. Результативність систем прямо пов'язана з їх функцією. Функція системи в плані результативності може

бути достатньою, гіперфункцією, що відстає і повністю (абсолютно) недостатньою. Система виконує які-небудь дії і це **приводить** до появи її результату дії, який повинен відповідати тій **меті**, для якої дана система створена. Результативність систем заснована на їх спеціалізації. «Чоботи повинен шити **швець**, а пироги пекти пекар». Якщо зробити навпаки, то не завжди результати дії реальних систем відповідатимуть цільовим (часткова результативність, або її відсутність). Результат дії системи (її функція) повинен **повністю** відповідати якісно і **кількісно** заданій **меті**. Він може не відповідати, бути побічним, або навіть бути протидіючими (**протицільовими**), причому у реальних систем можуть бути всі ці види результатів дії одночасно. **Тільки** у ідеальних систем результат може **повністю** відповідати заданій **меті** (**повна** результативність). **Але** системи з коефіцієнтом корисної дії в 100% нам невідомі.

**Інтегральний результат (інтегральна функція)** є сума окремих побічних і корисних результатів дії. Ця сума і визначає приналежність даного об'єкту до поняття «система» в додатку до даної **мети**. Якщо сума позитивна, то відносно заданої **мети** даний об'єкт є системою тієї або іншої ефективності. Якщо сума дорівнює **нулю**, то об'єкт не є системою по відношенню до даної **мети** (нейтральний об'єкт). Якщо сума **негативна**, даний об'єкт є антисистемою (системою **із** знаком мінус, даній **меті**, що перешкоджає досягненню). Це стосується як самих систем, так і її елементів. Чим вище коефіцієнт корисної дії, тим більш результативною є система. Невідповідність результату дії даної системи належній величині залежить від невідповідності кількісних і якісних ресурсів системи, наприклад, **унаслідок** поломки (руйнування) або неправильного і/або недостатнього розвитку її елементів виконання (СФО) і/або управління. Тому будь-який об'єкт є елементом системи **тільки в тому випадку, якщо** його дії (функції) відповідають досягненню заданої мети. Інакше він не є елементом даної системи.

Результативність систем **повністю** визначається обмеженістю дій систем.

**Обмеженість дій системи.** Будь-яка система характеризується якісними і кількісними ресурсами. У поняття ресурси входить поняття функціонального резерву - *які дії і скільки* таких дій система може виконати. Якісні ресурси визначаються типом елементів виконання (типом СФО), а кількісні ресурси – їх кількістю. А оскільки реальні системи мають певне і **скінченне** (обмежене) число елементів, то звідси витікає, що реальні системи мають обмежені якісні і кількісні ресурси. «Якісні ресурси» – це «які дії (або «що») може виконувати дана система (**тиснути**, штовхати, переносити, утримувати, забезпечувати, затуляти світло і так далі). «Кількісні ресурси» – це «скільки мерів» (літрів, мм рт. ст., одиниць споживання, і так далі) таких дій може виконувати дана система

**Дискретність (квантованність) функцій системи.** Дії системи завжди дискретні (квантовані), оскільки будь-які її СФО працюють згідно із законом «все, або нічого». Немає плавної зміни функції системи, завжди є ступінчастий (квантований) перехід з одного рівня функції на іншій, тому що елементи управління включають або вимикають чергові СФО, залежно від потреб системи.

Наш **світ** є дискретний (квантований). Перехід систем з одного рівня функцій на іншій завжди здійснюється стрибком. Ми не завжди бачимо цю **ступінчастість** через те, що амплітуда результату дії окремих СФО може бути дуже і дуже маленькою, **але** вона завжди є. Амплітуда цих сходинок переходу з рівня на рівень визначає максимальну точність результату дії систем і визначається амплітудою результату дії окремої СФО (квант дії).

**Комунікативність систем.** Зв'язані системи взаємодіють між собою. У цій взаємодії полягає зв'язок між системами, їх комунікативність.

Розрізняють **відкриті і закриті** системи. Проте на нашому світі немає повністю ізольованих (закритих) систем, на які неможливо було б надавати які-небудь дії, і які ніяк не впливали б на яких-небудь інші системи. Можна



знайти мінімум дві системи, які ніяк не взаємодіють (не реагують) між собою, але завжди можна знайти третю систему (а можливо буде потрібно групу проміжних систем), яка буде взаємодіяти (реагувати) з першими двома, тобто, бути сполучною ланкою між ними. Якщо яка-небудь система абсолютно не реагує на будь-які дії, що надаються будь-якими іншими системами, і її власні результати дії абсолютно байдужі для інших систем, і неможливо знайти третю систему, або групу систем, з якими ця система могла б взаємодіяти (реагувати), це означає, що дана система *не існує* на нашому Світі.

**Взаємодія** між системами може бути сильною або слабкою, але воно має бути, інакше системи не існують один для одного. Взаємодія здійснюється за рахунок ланцюжків дій - «...зовнішня дія > результат дії...». Якщо замкнути кінець такого ланцюжка на її початок, отримаємо замкнуту (закриту) систему. Результат дії після свого «народження» не залежить від системи, що «породила» його. Тому він може стати зовнішньою дією для неї самої ж. Тоді це буде система, що циклічно діє, – генератор з позитивним зворотним зв'язком. Але і генератор для своєї діяльності вимагає енергії, що поступає ззовні. Отже, і він в якійсь мірі відкритий. Тому, як вже вище було сказано, абсолютно закритих систем не буває. У кожній системі є певне число внутрішніх (між елементами) і зовнішніх (між системами) зв'язків, через які система може взаємодіяти з зовнішніми іншими системами. Закритість (відвертість) системи визначається відношенням числа внутрішніх зв'язків до зовнішніх. Чим більше це відношення, тим більше закритість системи.

**Керованість систем.** Будь-яка система містить елементи (системи) управління, які контролюють відповідність між результатом дії системи і поставленою метою. Ці елементи управління утворюють блок управління. Управління системою здійснюється через завдання уставки в блок її управління, а управління її елементів виконання – через завдання уставок в їх блоки управління. Елементи виконання повинні виконати мету рівно настільки, наскільки це задано уставкой, ні більше, ні менше (не мінімально

або максимально, а *оптимально*), за принципом – «необхідно і достатньо». Елементи управління стежать за виконанням мети і якщо результат перевищує заданий, блок управління примушує елементи виконання зменшити функцію системи, якщо він нижче заданого – збільшити функцію системи. Мета диктується зовнішніми умовами по відношенню до системи. Уставка вводиться в систему через особливий канал введення уставки. Фактично орган управління системи постійно порівнює зовнішні умови і результат дії з **уставкою**. Якщо задана **уставкою** мета виконується, орган управління системи **не робить ніяких дій**. Якщо є невідповідність між заданою **метою** і результатом дії системи, то орган управління впливає на елементи виконання так, щоб ця невідповідність зникла (система діє). Вирішення органу управління залежать від наявності і величини невідповідності (розузгодила) результату дії системи і її **мети**.

**Уставку** (**завдання мети** для даної системи) завжди задає верхня (старша) в **ланцюзі** ієрархії система. Вона (**уставка**) може мінятися, залежно від «інтересів» цієї старшої системи А блок управління даної системи завжди стежитиме за **відповідністю** результату дії **уставці** (цілі) і діяти так, щоб новий результат дії відповідав новій **уставці**. Системи, що **самоорганізуються**, можуть поміняти деякі параметри **уставки**, залежно від зовнішньої ситуації. Але жодна система не може поміняти **власну** мету, оскільки мета завжди задається ззовні. Навіть коли ми, люди, ставимо перед собою високі цілі, все одно їх ставимо не ми. Вони продиктовані «вищими цілями», які походять із здорового глузду, з патріотизму, з любові до ближнього і так далі, тобто, зовнішніми по відношенню до нас обставинами.

Існують блоки управління (системи управління) прості і складні, з управлінням по розузгодженню і по попередженню і так далі, **але** завжди їх основне **завдання** – привести до відповідності між заданою **метою** і результатом дії. Наприклад, металевий **стрижень** є повноправною системою, **не дивлячись** на його простоту. Основною **метою** цієї системи є стабільність її форми. **Ланцюги** управління (петлі ЗЗН) здійснюються на рівні

міжмолекулярних (або міжатомних) зв'язків. Якщо якась зовнішня сила почне згинати цей стрижень, ці сили чинитимуть опір вигинанню з тим більшою силою, чим більше сила вигинання, до певної межі, залежної від ресурсів стрижня. Але сила опору точно відповідатиме силі дії. Інакше у відповідь на згинаючу силу стрижень зігнеться убік, протилежну силі згинання. Отже, блоку управління вдається управляти елементами виконання стрижня таким чином, що форма стрижня зберігається в точності заданій. І так до тих пір, поки хапає його СФО. Коли ресурси закінчуються, стрижень вже не може протистояти силі згинання і починає згинатися. Якщо усунути зовнішні сили, то сили міжмолекулярних зв'язків повернуть форму стрижня в колишній стан, якщо тільки не сталося необоротної деформації.

Таким чином, система управляється шляхом введення в її орган управління уставки, яка вводиться в систему ззовні, а сам орган управління управляє системою шляхом включення або виключення функції елементів виконання – СФО. Чим більше число дрібніших СФО входить до складу даної системи, тим точніше вона зможе виконувати свої функції, оскільки число СФО визначає число градацій (квантів) результату дії.

Вище перераховані 11 наслідків є як би продовженням аксіом, обумовлені цілеспрямованістю систем, побудовані по законах ієрархії і обмежені законом збереження. Перелік наслідків можна було б продовжувати, але і перерахованих наслідків цілком достатньо для оцінки будь-якої системи. Ця оцінка стосується як властивостей самої системи, так і її взаємодії з іншими системами. Оцінка першого наслідку може бути виражена у відсотках, на скільки відсотків виконана (не виконана) мета. А метою може бути яка-небудь належна величина, наприклад, належний тиск, належний опір, належне споживання кисню, або належний сердечний викид і так дал. Решту наслідків також можна охарактеризувати або якісно, або кількісно, що і є власне оцінкою системи, тобто, її діагностикою, системним аналізом.

Отже, систему характеризують:

- 1) **мета** (визначає призначення системи),
- 2) ієрархія (визначає взаємовідношення між всіма елементами системи без **вийнятку**),
- 3) виконавські елементи (СФО, виконують дії),
- 4) блок управління (стежить за правильністю виконання дій для досягнення мети).

Будь-який об'єкт, **не лише** матеріальний, також **є** системою, якщо **тільки** він задовольняє вище **названим** аксіомам і їх наслідками. Групи математичних рівнянь, логічних елементів, соціальних структур, стосунків між людьми, духовних цінностей, також можуть бути системами і там також працюють ті ж принципи функціонування систем і за тими ж законами логіки. У всіх у них **є** **мета**, свої СФО і блоки управління, які стежать за виконанням **мети**. Якщо у об'єкту **є** **мета**, він **є** системою. А для виконання цієї **мети** у нього мають бути відповідні елементи виконання і блок управління з відповідними аналізаторами, ППЗ і НЗЗ (виходить із закону **збереження** і причинно-наслідкових обмежень).

Системний аналіз аналізує системи і їх елементи у взаємозв'язку. Результатом такого аналізу **є** оцінка відповідності результатів дії систем їх цілям і виявлення причин невідповідності за рахунок визначення причинно-наслідкових зв'язків між елементами систем. Основною перевагою системного аналізу **є** те, що **тільки** він може виявити причини недостатності систем.

Поняття мети **є** центральним поняттям системного аналізу. **Тільки** стабільність **відповідності** результату дії системи поставленої мети характеризує всю групу взаємодіючих елементів як систему, додаючи їй відмітну ознаку. Якщо немає постійності необхідного результату дії, немає системи. **Мета** визначає як елементарний склад систем, так взаємодія її елементів, яка управляється блоком управління. Взаємодію **тільки** виконавських елементів (СФО) не дає **можливість отримання** стабільного результату дії, відповідної **меті**, заданій для системи. **Додавання** в систему

блоку управління, налаштованого на задану мету, дає можливість отримання стабільного (що постійно повторюється) результату дії системи, відповідної заданій меті.

## Висновки

Система діє, але будь-яка дія відбувається в якому-небудь просторі і в часі, і закон збереження – це збереження зв'язку між двома поляганнями системи в двох сусідніх проміжках часу, один з яких є минулим, а інший – теперішнім часом.

Відзначимо деякі характеристики комп'ютерного створеного нами світу. По-перше, його мить дорівнює часу розгортки одного кадру (від 30 до 100 кадрів в секунду, залежить від дисплея), тому що цей світ змінюється від кадру до кадру, але не від рядка до рядка. Час одного кадру – це час мінімального циклу системи під назвою «їх світ». Це їх мить. На їх світі за час кадру нічого не відбувається, але дуже багато відбувається в тих системах, які «роблять» їх світ, в елементах нашого комп'ютера.

Далі, на комп'ютерному світі немає минулого. Якщо при рядковій розгортці точка на екрані з одного місця перебралася на інше, то на старому місці (у минулому) її вже немає, ми це можемо навіть побачити, сучасна техніка це дозволяє.

На комп'ютерному світі точка, що світиться, постійно переміщається по люмінофору (дисплею) і коли вона переміщається на сусідню позицію, «позаду» неї залишається люмінофор, що не світиться. До речі і попереду неї люмінофор, що також не світиться. Таким чином на одному і тому ж люмінофорі кожного разу будується новий кадр, і ці кадри можуть бути найрізноманітнішими. Якщо продовжити аналогію із нашим Світом, то люмінофор, що не світиться, – це все можливі стани, які в принципі можливі, але кожна мить «висвічує», тобто, реалізує, той єдиний стан світу, який строго (або ж із деяким наближенням) визначений попереднім його станом і законом причинно-наслідкових обмежень. І єдиним законом, що зв'язує всі

послідовні «кадри» між собою, – це закон збереження, тому що в кожному подальшому кадрі зберігається щось від попереднього кадру, інакше «кадри» (подальші стани) були б незалежні один від одного, а це означало б дійсний хаос.

В принципі ми взагалі не бачимо наш світ, а ми просто з ним реагуємо, як система з системою. І реагуємо по законах логіки, а решта законів, фізичних, соціальних і ін., це всього лише локальні і часткові закони, від яких залежать функції відповідних систем.



## ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

Система, що має скінченну кількість можливих станів.

Інформаційна система .

Фізична система, яка має скінченну кількість можливих станів .

Система, яка в деякий момент часу перебуває у визначеному стані.

Сигнали інформаційних систем, що відображають процеси, ймовірнісні по своїй природі.

Сигнали в інформаційних системах, залежні від певних параметрів процесів або об'єктів, значення яких заздалегідь невідомі.

Комплекс вибірково залучених елементів, що діють задля досягнення заданого корисного результату.

Принцип постійності дії систем .

Принцип детермінізму дій систем.

Принцип розподілу мети на підцілі

Принцип розподілу підцілей між підсистемами

Принцип підлеглості підсистем .

Стан системи, процес, що виникають у відповідь на яку-небудь дію.

Елементи виконання,

Елементи управління.

Рецептор.

Аферентний шлях.

Аналізатор.

Ефектор.

Оптимум функціонування системи.

Максимум функціонування системи

Мінімум функціонування системи.

Функціонування системи за принципом – необхідно:

Функціонування системи за принципом – достатньо:

Поріг чутливості сигналу рецептора.

Рівень сигналу про зовнішню дію, при якій спрацьовують всі елементи системи.

Поріг чутливості сигналу рецептора, починаючи з якого аналізатор розпізнає, що є розбіжність між результатом дії системи і його належною величиною.

Рівень сигналу про результат дії системи, при якій спрацьовують всі елементи системи.

Процес переходу з одного рівня функціонального перебування системи на інший.

Моменти переходу системи із стану в стан

Процес позитивної ентропії (від простого до складного, ускладнення систем).

Процес негативної ентропії (від складного до простого, спрощення систем).

Збереження і відновлення складу систем.

Зниження або нарощення потужності функцій систем.

Результат дії системи:

Зовнішня дія на систему:

Відповідність результату дії системи до поставленої мети.

## Тести

1. Якщо з бігом часу інформаційна система може під впливом випадкових факторів переходити з одного стану в інший, то кажуть, що відбувається:

а) статистичний процес; б) неперервний процес; в) випадковий процес; г) динамічний процес.

-----

2. Якщо система має скінченну кількість можливих станів і перехід з одного в інший відбувається стрибкоподібно, то вона є системою:

а) дискретною; б) неперервною; в) скінченною; г) розривною.

-----

3. Ймовірність того, що система в деякий момент часу перебуває у визначеному стані називається:

а) дискретизацією стану; б) ймовірністю стану; в) значимістю стану; г) надійністю стану.

-----

4. Інформаційна система з бігом часу може під впливом випадкових факторів переходити з одного стану в інший, тоді відбувається:

а) статистичний процес; б) неперервний процес; в) випадковий процес; г) динамічний процес.

-----

5. Фізична система, яка має скінченну кількість можливих станів і перехід з одного в інший відбувається стрибкоподібно є системою:

а) дискретною; б) неперервною; в) скінченною; г) розривною.

-----

6. Значення ймовірності того, що система в деякий момент часу перебуває у визначеному стані називається:

а) дискретизацією стану; б) ймовірністю стану; в) значимістю стану; г) надійністю стану.

-----

7. Сума ймовірностей станів системи рівна:

а) 0; **б) 1**; в)  $\pi$ ; г)  $\infty$ .

-----

8. Ймовірність стану дискретної стохастичної системи може бути :

а)  $>0$ ; **б)  $>1$** ; в)  $>\pi$ ; г)  $\infty$ .

-----

9. Сигнали інформаційних систем, що відображають процеси, ймовірнісні по своїй природі:

а) належать до випадкових процесів; **б) не належать до випадкових процесів**; в) не належать до випадкових функцій; г) належать до неперервних функцій.

-----

10. Сигнали в інформаційних системах, залежні від певних параметрів процесів або об'єктів, значення яких заздалегідь невідомі:

а) належать до випадкових процесів; **б) не належать до випадкових процесів**; в) не належать до випадкових функцій; г) належать до неперервних функцій.

-----

11. Комплекс вибірково залучених елементів, що діють задля досягнення заданого корисного результату, згідно означення є:

а) множиною, **б) системою**, в) функцією, г) процесом.

-----

12. Згідно принципу цілеспрямованості у системи завжди є *одна* постійна генеральна:

а) мета, **б) задача**, в) функція, г) відповідь.

-----

13. Мета для систем ставиться:

а) ззовні, **б) опосередковано**, в) самостійно, г) не ставиться.

-----

14. Принцип постійності дії систем для збереження постійності мети визначає:

а) закон збереження, б) закон причинно-наслідкових обмежень, в) закон ієрархії цілей, г) закон ієрархії систем.

-----

15. Принцип детермінізму дій систем визначає:

а) закон збереження, б) закон причинно-наслідкових обмежень, в) закон ієрархії цілей, г) закон ієрархії систем.

-----

16. Принцип розподілу мети на підцілі визначає:

а) закон збереження, б) закон причинно-наслідкових обмежень, в) закон ієрархії цілей, г) закон ієрархії систем.

-----

17. Принцип розподілу підцілей між підсистемами визначає:

а) закон збереження, б) закон причинно-наслідкових обмежень, в) закон ієрархії цілей, г) закон ієрархії систем.

-----

18. Принцип підлеглості підсистем визначає:

а) закон збереження, б) закон причинно-наслідкових обмежень, в) закон ієрархії цілей, г) закон ієрархії систем.

-----

19. Об'єкти, що складаються з набору елементів і відрізняються постійністю своїх дій у відповідь на певні зовнішні дії називають:

а) множиною, б) системою, в) функцією, г) процесом.

-----

20. Стан системи, процес, що виникають у відповідь на яку-небудь дію є:

а) множиною, б) реакцією, в) функцією, г) процесом.

-----

21. Виконують певну (цільову) дію системи:



а) елементи виконання, б) елементи управління, в) блок виконання, г) блок управління.

-----

22. Необхідні для того, щоб виходив саме заданий, а не який-небудь інший результат дії системи:

а) елементи виконання, б) елементи управління, в) блок виконання, г) блок управління.

-----

23. Виділяє специфічний сигнал і визначає наявність зовнішньої дії системи:

а) рецептор, б) аферентний шлях, в) аналізатор, г) ефектор.

-----

24. Передають інформацію з рецептора в аналізатор:

а) рецептор, б) аферентний шлях, в) аналізатор, г) ефектор.

-----

25. На основі інформації з рецептора виробляє рішення про активацію виконавських елементів:

а) рецептор, б) аферентний шлях, в) аналізатор, г) ефектор.

-----

26. Виконують специфічні дії для досягнення заданої генеральної мети системи:

а) рецептор, б) аферентний шлях, в) аналізатор, г) ефектор.

-----

27. Функціонування системи за принципом – необхідно і достатньо:

а) оптимум, б) максимум, в) мінімум, г) аргумент.

-----

28. Функціонування системи за принципом – необхідно:

а) оптимум, б) максимум, в) мінімум, г) аргумент.

-----

29. Функціонування системи за принципом – достатньо:

а) оптимум, б) максимум, в) мінімум, г) аргумент.

-----  
30. Поріг чутливості сигналу рецептора:

а) мінімальний рівень контрольованого вхідного сигналу, б) максимальний рівень контрольованого вхідного сигналу, в) мінімальний рівень контрольованого вихідного сигналу, г) максимальний рівень контрольованого вихідного сигналу.

-----

31. Рівень сигналу про зовнішню дію, при якій спрацьовують всі елементи системи:

а) мінімальний рівень контрольованого вхідного сигналу, б) максимальний рівень контрольованого вхідного сигналу, в) мінімальний рівень контрольованого вихідного сигналу, г) максимальний рівень контрольованого вихідного сигналу.

-----

32. Поріг чутливості сигналу рецептора, починаючи з якого аналізатор розпізнає, що є розбіжність між результатом дії системи і його належною величиною:

а) мінімальний рівень контрольованого вхідного сигналу, б) максимальний рівень контрольованого вхідного сигналу, в) мінімальний рівень контрольованого вихідного сигналу, г) максимальний рівень контрольованого вихідного сигналу.

-----

33. Рівень сигналу про результат дії системи, при якій спрацьовують всі елементи системи:

а) мінімальний рівень контрольованого вхідного сигналу, б) максимальний рівень контрольованого вхідного сигналу, в) мінімальний рівень контрольованого вихідного сигналу, г) максимальний рівень контрольованого вихідного сигналу.

-----

34. Процес переходу з одного рівня функціонального перебування системи на іншій:

а) перехідний процес, б) стаціонарний, в) гаусівським, г) марківським.

-----

35. Якщо щільність імовірностей процесу не залежить від початку відліку часу, і якщо на інтервалі його існування виконуються умови сталості математичного сподівання і дисперсії, а кореляційна функція є функцією тільки різниці аргументів, то процес:

а) перехідний процес, б) стаціонарний, в) гаусівським, г) марківським.

-----

36. Якщо для будь-якого набору фіксованих моментів часу випадкові сигнали підкоряються багатомірному нормальному розподілові, то процес є:

а) перехідний процес, б) стаціонарний, в) гаусівським, г) марківським.

-----

37. Якщо результат дії системи залежить лише від результату попереднього випробування і не залежить від результату всіх інших випробувань, то процес є:

а) перехідний процес, б) стаціонарний, в) гаусівським, г) марківським.

-----

38. Моменти переходу системи із стану в стан називають:

а) оптимумом, б) кроком, в) мінімумом, г) часом.

-----

39. Коли в системах функціонує одне і те ж число елементів і не відбувається зміни їх функціонального стану, то система є:

а) стаціонарною, б) динамічною, в) пасивною, г) активною.

-----

40. Система, у якій відбувається зміна числа її елементів, включених в дію є:

а) стаціонарною, б) динамічною, в) пасивною, г) активною.

-----

41. Та система, які не витрачають енергії на свої дії є:

а) стаціонарною, б) динамічною, в) пасивною, г) активною.

-----

42. Та система, які витрачають енергію на свої дії є:

а) стаціонарною, б) динамічною, в) пасивною, г) активною.

-----

43. Процес позитивної ентропії (від простого до складного, ускладнення систем):

а) генерація, б) дегенерація, в) структурна регенерація, г) функціональна регенерація.

-----

44. Процес негативної ентропії (від складного до простого, спрощення систем)

а) генерація, б) дегенерація, в) структурна регенерація, г) функціональна регенерація.

-----

45. Збереження і відновлення складу систем:

а) генерація, б) дегенерація, в) структурна регенерація, г) функціональна регенерація.

-----

46. Зниження або нарощення потужності функцій систем:

а) генерація, б) дегенерація, в) структурна регенерація, г) функціональна регенерація.

-----

47. Результат дії системи:

а) функція, б) аргумент, в) результативність, г) інтегральна функція.

-----

48. Зовнішня дія на систему:

а) функція, б) аргумент, в) результативність, г) інтегральна функція.

-----

49. Відповідність результату дії системи до поставленої мети:

а) функція, б) аргумент, в) результативність, г) інтегральна функція.

---

50. Сума окремих побічних і корисних результатів дії системи:

а) функція, б) аргумент, в) результативність, г) інтегральна функція.

51. Змінний випадковий фактор представлено у початковому (нульовому) рядку матриці С. Різні способи його заміру представляють три різні розподіли, представлені в 1-му, 2-му та 3-му рядках матриці С:

$$C = \begin{pmatrix} 1.331 & 1.879 & 3.057 & 3.898 & 4.201 & 4.311 & 4.984 \\ 0.161 & 0.056 & 0.114 & 0.134 & 0.015 & 0.208 & 0.312 \\ 0.052 & 0.07 & 0.257 & 0.329 & 0.14 & 0.071 & 0.082 \\ 0.295 & 0.103 & 0.247 & 0.088 & 0.094 & 0.123 & 0.052 \end{pmatrix}$$

Найвища ентропія розподілу досягається: а) у 1-му розподілі; б) у 2-му розподілі; в) у 3-му розподілі; г) неможливо визначити.

---

52. Змінний випадковий фактор представлено у початковому (нульовому) рядку матриці С. Різні способи його заміру представляють три різні розподіли, представлені в 1-му, 2-му та 3-му рядках матриці С:

$$C = \begin{pmatrix} 1.331 & 1.879 & 3.057 & 3.898 & 4.201 & 4.311 & 4.984 \\ 0.161 & 0.056 & 0.114 & 0.134 & 0.015 & 0.208 & 0.312 \\ 0.052 & 0.07 & 0.257 & 0.329 & 0.14 & 0.071 & 0.082 \\ 0.295 & 0.103 & 0.247 & 0.088 & 0.094 & 0.123 & 0.052 \end{pmatrix}$$

Найнижча ентропія розподілу досягається: а) у 1-му розподілі; б) у 2-му розподілі; в) у 3-му розподілі; г) неможливо визначити.

---

53. Змінний випадковий фактор представлено у початковому (нульовому) рядку матриці С. Різні способи його заміру представляють три різні розподіли, представлені в 1-му, 2-му та 3-му рядках матриці С:

$$C = \begin{pmatrix} 1.331 & 1.879 & 3.057 & 3.898 & 4.201 & 4.311 & 4.984 \\ 0.161 & 0.056 & 0.114 & 0.134 & 0.015 & 0.208 & 0.312 \\ 0.052 & 0.07 & 0.257 & 0.329 & 0.14 & 0.071 & 0.082 \\ 0.295 & 0.103 & 0.247 & 0.088 & 0.094 & 0.123 & 0.052 \end{pmatrix}$$

Найнижча ентропія розподілу рівна: а) 0,748; б) 0,749; в) 0,750; г) 0,751.

---

54. Змінний випадковий фактор представлено у початковому (нульовому) рядку матриці С. Різні способи його заміру представляють три різні розподіли, представлені в 1-му, 2-му та 3-му рядках матриці С:

$$C = \begin{pmatrix} 1.331 & 1.879 & 3.057 & 3.898 & 4.201 & 4.311 & 4.984 \\ 0.161 & 0.056 & 0.114 & 0.134 & 0.015 & 0.208 & 0.312 \\ 0.052 & 0.07 & 0.257 & 0.329 & 0.14 & 0.071 & 0.082 \\ 0.295 & 0.103 & 0.247 & 0.088 & 0.094 & 0.123 & 0.052 \end{pmatrix}$$

Найвища ентропія розподілу рівна: а) 0,748; **б) 0,775**; в) 0,750; г) 0,757.

---

55. Змінний випадковий фактор представлено у початковому (нульовому) рядку матриці С. Різні способи його заміру представляють три різні розподіли, представлені в 1-му, 2-му та 3-му рядках матриці С:

$$C = \begin{pmatrix} 1.331 & 1.879 & 3.057 & 3.898 & 4.201 & 4.311 & 4.984 \\ 0.161 & 0.056 & 0.114 & 0.134 & 0.015 & 0.208 & 0.312 \\ 0.052 & 0.07 & 0.257 & 0.329 & 0.14 & 0.071 & 0.082 \\ 0.295 & 0.103 & 0.247 & 0.088 & 0.094 & 0.123 & 0.052 \end{pmatrix}$$

Математичне сподівання фактору із найнижчою ентропією рівне: а) 3,561; **б) 3,569**; в) 3,775; г) 3,882.

---

56. Змінний випадковий фактор представлено у початковому (нульовому) рядку матриці С. Різні способи його заміру представляють три різні розподіли, представлені в 1-му, 2-му та 3-му рядках матриці С:

$$C = \begin{pmatrix} 1.331 & 1.879 & 3.057 & 3.898 & 4.201 & 4.311 & 4.984 \\ 0.161 & 0.056 & 0.114 & 0.134 & 0.015 & 0.208 & 0.312 \\ 0.052 & 0.07 & 0.257 & 0.329 & 0.14 & 0.071 & 0.082 \\ 0.295 & 0.103 & 0.247 & 0.088 & 0.094 & 0.123 & 0.052 \end{pmatrix}$$

Математичне сподівання фактору із найвищою ентропією рівне: а) 2,561; б) 3,569; **в) 2,863**; г) 2,882.

---

57. Змінний випадковий фактор представлено у початковому (нульовому) рядку матриці С. Різні способи його заміру представляють три різні розподіли, представлені в 1-му, 2-му та 3-му рядках матриці С:

$$C = \begin{pmatrix} 1.331 & 1.879 & 3.057 & 3.898 & 4.201 & 4.311 & 4.984 \\ 0.161 & 0.056 & 0.114 & 0.134 & 0.015 & 0.208 & 0.312 \\ 0.052 & 0.07 & 0.257 & 0.329 & 0.14 & 0.071 & 0.082 \\ 0.295 & 0.103 & 0.247 & 0.088 & 0.094 & 0.123 & 0.052 \end{pmatrix}$$

Середнє квадратичне відхилення фактору із найнижчою ентропією рівне: а) 0,900; **б) 0,906**; в) 1,011; г) 1,122.

---

58. Змінний випадковий фактор представлено у початковому (нульовому) рядку матриці С. Різні способи його заміру представляють три різні розподіли, представлені в 1-му, 2-му та 3-му рядках матриці С:

$$C = \begin{pmatrix} 1.331 & 1.879 & 3.057 & 3.898 & 4.201 & 4.311 & 4.984 \\ 0.161 & 0.056 & 0.114 & 0.134 & 0.015 & 0.208 & 0.312 \\ 0.052 & 0.07 & 0.257 & 0.329 & 0.14 & 0.071 & 0.082 \\ 0.295 & 0.103 & 0.247 & 0.088 & 0.094 & 0.123 & 0.052 \end{pmatrix}$$

Середнє квадратичне відхилення фактору із найвищою ентропією рівне: а) 1,311; б) 1,123; в) 1,011; **г) 1,247**.

---



59. Змінний випадковий фактор представлено у початковому (нульовому) рядку матриці С. Різні способи його заміру представляють три різні розподіли, представлені в 1-му, 2-му та 3-му рядках матриці С:

$$C = \begin{pmatrix} 0.793 & 1.086 & 1.549 & 3.058 & 5.451 & 6.41 & 8.512 \\ 0.039 & 0.081 & 0.223 & 0.455 & 0.168 & 0.016 & 0.019 \\ 0.089 & 0.054 & 0.192 & 0.14 & 0.188 & 0.088 & 0.249 \\ 0.082 & 0.069 & 0.446 & 0.2 & 0.016 & 0.047 & 0.139 \end{pmatrix}$$

Найвища ентропія розподілу досягається: а) у 1-му розподілі; б) у 2-му розподілі; в) у 3-му розподілі; г) неможливо визначити.

60. Змінний випадковий фактор представлено у початковому (нульовому) рядку матриці С. Різні способи його заміру представляють три різні розподіли, представлені в 1-му, 2-му та 3-му рядках матриці С:

$$C = \begin{pmatrix} 0.793 & 1.086 & 1.549 & 3.058 & 5.451 & 6.41 & 8.512 \\ 0.039 & 0.081 & 0.223 & 0.455 & 0.168 & 0.016 & 0.019 \\ 0.089 & 0.054 & 0.192 & 0.14 & 0.188 & 0.088 & 0.249 \\ 0.082 & 0.069 & 0.446 & 0.2 & 0.016 & 0.047 & 0.139 \end{pmatrix}$$

Найнижча ентропія розподілу досягається: а) у 1-му розподілі; б) у 2-му розподілі; в) у 3-му розподілі; г) неможливо визначити.

61. Змінний випадковий фактор представлено у початковому (нульовому) рядку матриці С. Різні способи його заміру представляють три різні розподіли, представлені в 1-му, 2-му та 3-му рядках матриці С:

$$C = \begin{pmatrix} 0.793 & 1.086 & 1.549 & 3.058 & 5.451 & 6.41 & 8.512 \\ 0.039 & 0.081 & 0.223 & 0.455 & 0.168 & 0.016 & 0.019 \\ 0.089 & 0.054 & 0.192 & 0.14 & 0.188 & 0.088 & 0.249 \\ 0.082 & 0.069 & 0.446 & 0.2 & 0.016 & 0.047 & 0.139 \end{pmatrix}$$

Найнижча ентропія розподілу рівна: а) 0,636 б) 0,669; в) 0,650; г) 0,651.

62. Змінний випадковий фактор представлено у початковому (нульовому) рядку матриці С. Різні способи його заміру представляють три різні розподіли, представлені в 1-му, 2-му та 3-му рядках матриці С:

$$C = \begin{pmatrix} 0.793 & 1.086 & 1.549 & 3.058 & 5.451 & 6.41 & 8.512 \\ 0.039 & 0.081 & 0.223 & 0.455 & 0.168 & 0.016 & 0.019 \\ 0.089 & 0.054 & 0.192 & 0.14 & 0.188 & 0.088 & 0.249 \\ 0.082 & 0.069 & 0.446 & 0.2 & 0.016 & 0.047 & 0.139 \end{pmatrix}$$

Найвища ентропія розподілу рівна: а) 0,794; б) 0,799; в) 0,800; г) 0,7,804.

63. Змінний випадковий фактор представлено у початковому (нульовому) рядку матриці С. Різні способи його заміру представляють три різні розподіли, представлені в 1-му, 2-му та 3-му рядках матриці С:

$$C = \begin{pmatrix} 0.793 & 1.086 & 1.549 & 3.058 & 5.451 & 6.41 & 8.512 \\ 0.161 & 0.056 & 0.114 & 0.134 & 0.015 & 0.208 & 0.312 \\ 0.052 & 0.07 & 0.257 & 0.329 & 0.14 & 0.071 & 0.082 \\ 0.295 & 0.103 & 0.247 & 0.088 & 0.094 & 0.123 & 0.052 \end{pmatrix}$$

Математичне сподівання фактору із найнижчою ентропією рівне: а) 3,030; **б) 3,033**; в) 3,375; г) 3,382.

64. Змінний випадковий фактор представлено у початковому (нульовому) рядку матриці С. Різні способи його заміру представляють три різні розподіли, представлені в 1-му, 2-му та 3-му рядках матриці С:

$$C = \begin{pmatrix} 0.793 & 1.086 & 1.549 & 3.058 & 5.451 & 6.41 & 8.512 \\ 0.161 & 0.056 & 0.114 & 0.134 & 0.015 & 0.208 & 0.312 \\ 0.052 & 0.07 & 0.257 & 0.329 & 0.14 & 0.071 & 0.082 \\ 0.295 & 0.103 & 0.247 & 0.088 & 0.094 & 0.123 & 0.052 \end{pmatrix}$$

Математичне сподівання фактору із найвищою ентропією рівне: **а) 4,563**; б) 3,569; в) 2,863; г) 4,555.

65. Змінний випадковий фактор представлено у початковому (нульовому) рядку матриці С. Різні способи його заміру представляють три різні розподіли, представлені в 1-му, 2-му та 3-му рядках матриці С:

$$C = \begin{pmatrix} 0.793 & 1.086 & 1.549 & 3.058 & 5.451 & 6.41 & 8.512 \\ 0.039 & 0.081 & 0.223 & 0.455 & 0.168 & 0.016 & 0.019 \\ 0.089 & 0.054 & 0.192 & 0.14 & 0.188 & 0.088 & 0.249 \\ 0.082 & 0.069 & 0.446 & 0.2 & 0.016 & 0.047 & 0.139 \end{pmatrix}$$

Середнє квадратичне відхилення фактору із найнижчою ентропією рівне: а) 1,69; **б) 1,65**; в) 1,61; г) 1,56.

66. Змінний випадковий фактор представлено у початковому (нульовому) рядку матриці С. Різні способи його заміру представляють три різні розподіли, представлені в 1-му, 2-му та 3-му рядках матриці С:

$$C = \begin{pmatrix} 0.793 & 1.086 & 1.549 & 3.058 & 5.451 & 6.41 & 8.512 \\ 0.039 & 0.081 & 0.223 & 0.455 & 0.168 & 0.016 & 0.019 \\ 0.089 & 0.054 & 0.192 & 0.14 & 0.188 & 0.088 & 0.249 \\ 0.082 & 0.069 & 0.446 & 0.2 & 0.016 & 0.047 & 0.139 \end{pmatrix}$$

Середнє квадратичне відхилення фактору із найвищою ентропією рівне: а) 2,838; б) 2,845; в) 2,453; **г) 2,88**.

$$\begin{pmatrix} 1.361 \times 10^{-3} & 0.013 & 0.054 & 0.133 & 0.218 & 0.245 \\ 0.283 & 0.213 & 0.161 & 0.121 & 0.091 & 0.069 \\ 0.17 & 0.265 & 0.227 & 0.152 & 0.089 & 0.048 \\ 0.017 & 0.069 & 0.141 & 0.191 & 0.195 & 0.159 \end{pmatrix}$$

67. Визначити ряд розподілів даних із найбільшою ентропією.

а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.

$$\begin{pmatrix} 4.103 \times 10^{-3} & 0.03 & 0.099 & 0.194 & 0.248 & 0.218 \\ 0.223 & 0.178 & 0.143 & 0.114 & 0.091 & 0.073 \\ 0.18 & 0.269 & 0.225 & 0.148 & 0.086 & 0.046 \\ 0.018 & 0.072 & 0.145 & 0.194 & 0.195 & 0.157 \end{pmatrix}$$

68. Визначити ряд розподілів даних із найменшою ентропією.

а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.

$$\begin{pmatrix} 4.103 \times 10^{-3} & 0.03 & 0.099 & 0.194 & 0.248 & 0.218 \\ 0.223 & 0.178 & 0.143 & 0.114 & 0.091 & 0.073 \\ 0.18 & 0.269 & 0.225 & 0.148 & 0.086 & 0.046 \\ 0.018 & 0.072 & 0.145 & 0.194 & 0.195 & 0.157 \end{pmatrix}$$

69. Визначити ряд розподілів даних із найбільшою ентропією.

а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.

$$\begin{pmatrix} 0.011 & 0.072 & 0.205 & 0.309 & 0.262 & 0.119 \\ 0.331 & 0.238 & 0.171 & 0.123 & 0.088 & 0.063 \\ 0.147 & 0.254 & 0.231 & 0.161 & 0.098 & 0.054 \\ 0.107 & 0.24 & 0.267 & 0.199 & 0.111 & 0.049 \end{pmatrix}$$

70. Визначити ряд розподілів даних із найменшою ентропією.

а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.

$$\begin{pmatrix} 0.011 & 0.072 & 0.205 & 0.309 & 0.262 & 0.119 \\ 0.331 & 0.238 & 0.171 & 0.123 & 0.088 & 0.063 \\ 0.147 & 0.254 & 0.231 & 0.161 & 0.098 & 0.054 \\ 0.107 & 0.24 & 0.267 & 0.199 & 0.111 & 0.049 \end{pmatrix}$$

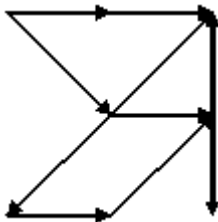
71. Визначити ряд даних із найбільшою ентропією.

а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.

$$\begin{pmatrix} 4.762 \times 10^{-3} & 0.041 & 0.148 & 0.283 & 0.305 & 0.176 \\ 0.49 & 0.3 & 0.184 & 0.113 & 0.069 & 0.042 \\ 0.125 & 0.241 & 0.233 & 0.171 & 0.107 & 0.061 \\ 0.092 & 0.219 & 0.262 & 0.208 & 0.125 & 0.06 \end{pmatrix}$$

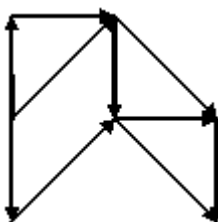
72. Визначити ряд розподілів даних із найменшою ентропією.

а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.



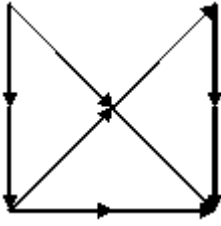
73. Нумеруючи вершини графу потоків інформації, починаючи із північно-західної і закінчуючи південно-східною вершиною, знайти кількість висячих вершин.

а) 0; б) 1; в) 2; г) 3.

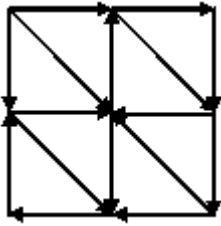


74. Нумеруючи вершини графу потоків інформації, починаючи із північно-західної і закінчуючи південно-східною вершиною, знайти кількість висячих вершин.

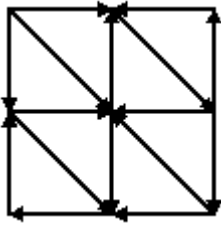
а) 0; б) 1; в) 2; г) 3.



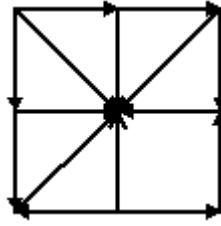
75. Нумеруючи вершини графу потоків інформації, починаючи із північно-західної і закінчуючи південно-східною вершиною, знайти кількість висячих вершин.  
а) 0; б) 1; в) 2; г) 3.



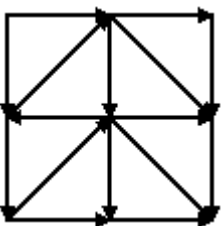
76. Нумеруючи вершини графу потоків інформації, починаючи із північно-західної і закінчуючи південно-східною вершиною, знайти кількість тупикових вершин.  
а) 0; б) 1; в) 2; г) 3.



77. Нумеруючи вершини графу потоків інформації, починаючи із північно-західної і закінчуючи південно-східною вершиною, знайти кількість тупикових вершин.  
а) 0; б) 1; в) 2; г) 3.

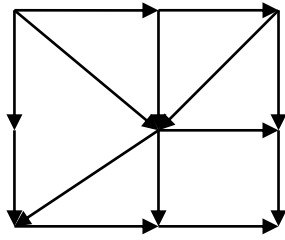


78. Нумеруючи вершини графу потоків інформації, починаючи із північно-західної і закінчуючи південно-східною вершиною, знайти кількість тупикових вершин.  
а) 0; б) 1; в) 2; г) 3.



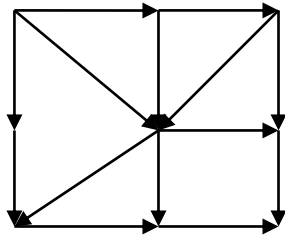
79. Нумеруючи вершини графу потоків інформації, починаючи із північно-західної і закінчуючи південно-східною вершиною, знайти кількість тупикових вершин.  
а) 0; б) 1; в) 2; г) 3.

80. Для даної графічної моделі системи знайти найкоротший шлях, приймаючи до уваги, що кардинальний та кінцевий етапи знаходяться відповідно в північно-західному та південно-східному кутах



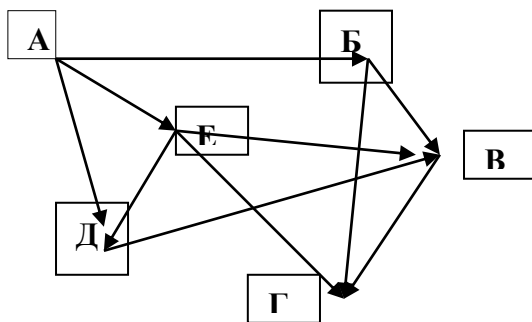
а) 1-5-6-9, б) 1-4-7-9, в) 1-4-7-8-9, г) 1-5-6-7-9.

81. Для даної графічної моделі системи знайти найдовший шлях, приймаючи до уваги, що кардинальний та кінцевий етапи знаходяться відповідно в північно-західному та південно-східному кутах



а) 1-2-3-5-7-8-9, б) 1-4-7-9, в) 1-4-7-8-9, г) 1-2-3-4-5-6-7-9.

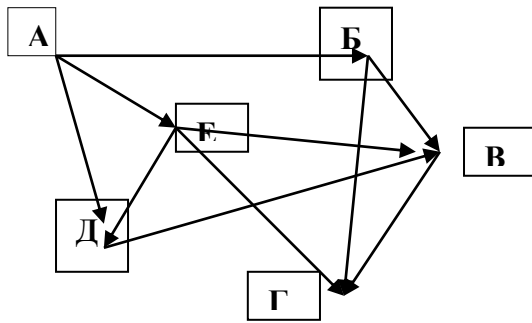
82.



Знайти оптимальний шлях із елемента А в Г, якщо вагові коефіцієнти ділянок АБ та ЕГ рівні 4, БГ – 2, а решти – 1.

а) А-Б-В-Г, б) А-Д-В-Г, в) А-Б-Г, г) А-В-Г.

83.



Знайти найбільш енергозатратний шлях із елемента А в Г, якщо вагові коефіцієнти ділянок АБ та ЕГ рівні 4, БГ – 2, а решти – 1.

а) А-Б-Г, б) А-Е-Г, в) А-Б-Г, г) А-В-Г.

84. Використовуючи дані про початкові ймовірності стану динамічної системи – вектор початкового стану:  $A0 = (0,2 - 1/k \quad 0,3 \quad 0,4 \quad 0,1 + 1/k)$ , що описується матрицею  $P$  перехідних ймовірностей ланцюга Маркова для  $k = 8$ :

$$P := \begin{pmatrix} 0.1 & 0.5 - \frac{3}{k+5} & 0.1 & 0.3 + \frac{3}{k+5} \\ \frac{1}{k+4} & 0.4 & 0.4 & 0.2 - \frac{1}{k+1} \\ 0.1 & 0.1 & 0.2 & 0.6 \\ \frac{1}{2k} & 0.5 - \frac{1}{2 \cdot k} & 0.2 & 0.3 \end{pmatrix}$$

Знайти ймовірність 1-го фактора вектора можливих станів на 3-му кроці марковського процесу.

а) 0,082; б) 0,28; в) 0,26; г) 0,357.

85. Використовуючи дані про початкові ймовірності стану динамічної системи – вектор початкового стану:  $A0 = (0,2 - 1/k \quad 0,3 \quad 0,4 \quad 0,1 + 1/k)$ , що описується матрицею  $P$  перехідних ймовірностей ланцюга Маркова для  $k = 8$ :

$$P := \begin{pmatrix} 0.1 & 0.5 - \frac{3}{k+5} & 0.1 & 0.3 + \frac{3}{k+5} \\ \frac{1}{k+4} & 0.4 & 0.4 & 0.2 - \frac{1}{k+1} \\ 0.1 & 0.1 & 0.2 & 0.6 \\ \frac{1}{2k} & 0.5 - \frac{1}{2 \cdot k} & 0.2 & 0.3 \end{pmatrix}$$

знайти ймовірність 2-го фактора вектора можливих станів на 3-му кроці марковського процесу.

а) 0,103; б) 0,328; в) 0,26; г) 0,357.

86. Використовуючи дані про початкові ймовірності стану динамічної системи – вектор початкового стану:  $A0 = (0,2 - 1/k \quad 0,3 \quad 0,4 \quad 0,1 + 1/k)$ , що описується матрицею  $P$  перехідних ймовірностей ланцюга Маркова для  $k = 8$ :

$$P := \begin{pmatrix} 0.1 & 0.5 - \frac{3}{k+5} & 0.1 & 0.3 + \frac{3}{k+5} \\ \frac{1}{k+4} & 0.4 & 0.4 & 0.2 - \frac{1}{k+1} \\ 0.1 & 0.1 & 0.2 & 0.6 \\ \frac{1}{2k} & 0.5 - \frac{1}{2 \cdot k} & 0.2 & 0.3 \end{pmatrix}$$

знайти ймовірність 3-го фактора вектора можливих станів на 3-му кроці марковського процесу.

а) 0,103; б) 0,28; в) 0,257; г) 0,357.

87. Середнє число сигналів, що поступають на пристрій за 1 год., дорівнює  $\lambda=1$ . Знайти ймовірність того, що за час  $t=3$  поступить  $m=4$  сигналів. Припускається, що потік сигналів простий.

а) 0,368; б) 0,184; в) 0,168; г) 0,015.

88. Середнє число сигналів, що поступають на пристрій за 1 год., дорівнює  $\lambda=1$ . Знайти ймовірність того, що за час  $t=3$  поступить  $m=5$  сигналів. Припускається, що потік сигналів простий.

а) 0,368; б) 0,184; в) 0,061; г) 0,101.

89. Середнє число сигналів, що поступають на пристрій за 1 год., дорівнює  $\lambda=1$ . Знайти ймовірність того, що за час  $t=4$  поступить  $m=0$  сигналів. Припускається, що потік сигналів простий.

а) 0,018; б) 0,184; в) 0,061; г) 0,101.



90. Середнє число сигналів, що поступають на пристрій за 1 год., дорівнює  $\lambda=1$ . Знайти ймовірність того, що за час  $t=4$  поступить  $m=1$  сигналів. Припускається, що потік сигналів простий.

а) 0,368; **б) 0,073**; в) 0,061; г) 0,015.

91. Середнє число сигналів, що поступають на пристрій за 1 год., дорівнює  $\lambda=1$ . Знайти ймовірність того, що за час  $t=4$  поступить  $m=2$  сигналів. Припускається, що потік сигналів простий.

а) 0,368; б) 0,184; **в) 0,147**; г) 0,015.

92. Визначити найбільш значимий фактор – стовпець масиву  $x$ .

$$x := \begin{pmatrix} 5 & 8 & 4 & 6 \\ 9 & 1 & 1 & 2 \\ 7 & 52 & 25 & 6 \\ 8 & 41 & 8 & 6 \end{pmatrix} \quad \text{а) 1, б) 2, в) 3, г) 4.}$$

93. Визначити найменш значимий фактор – стовпець масиву  $x$ .

$$x := \begin{pmatrix} 5 & 8 & 4 & 6 \\ 9 & 1 & 1 & 2 \\ 7 & 52 & 25 & 6 \\ 8 & 41 & 8 & 6 \end{pmatrix} \quad \text{а) 1, б) 2, в) 3, г) 4.}$$

94. Визначити найбільш значимий фактор – стовпець масиву  $x$ .

$$x := \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 & 7 \\ 8 & 9 & 10 & 11 \\ 12 & 13 & 14 & 15 \end{pmatrix} \quad \text{а) 1, б) 2, в) 3, г) 4.}$$

95. Визначити рядок розподілів із найвищою ентропією із масиву  $A$ .

$$A := \begin{pmatrix} 0.2 & 0.1 & 0.5 & 0.2 \\ 0.2 & 0.2 & 0.2 & 0.4 \\ 0.1 & 0.2 & 0.3 & 0.4 \\ 0.8 & 0.05 & 0.05 & 0.1 \end{pmatrix} \quad \text{а) 1, б) 2, в) 3, г) 4.}$$

96. Визначити рядок розподілів із найнижчою ентропією із масиву  $A$ .

$$\underline{\underline{A}} := \begin{pmatrix} 0.2 & 0.1 & 0.5 & 0.2 \\ 0.2 & 0.2 & 0.2 & 0.4 \\ 0.1 & 0.2 & 0.3 & 0.4 \\ 0.8 & 0.05 & 0.05 & 0.1 \end{pmatrix} \quad \text{а) 1, б) 2, в) 3, г) 4.}$$

97. Визначити рядок розподілів із найвищою ентропією із масиву А.

$$\underline{\underline{A}} := \begin{pmatrix} 0.2 & 0.1 & 0.5 & 0.2 \\ 0.1 & 0.3 & 0.3 & 0.3 \\ 0.1 & 0.2 & 0.3 & 0.4 \\ 0.25 & 0.25 & 0.25 & 0.25 \end{pmatrix} \quad \text{а) 1, б) 2, в) 3, г) 4.}$$

98. Визначити рядок розподілів із найнижчою ентропією із масиву А.

$$\underline{\underline{A}} := \begin{pmatrix} 0.2 & 0.1 & 0.5 & 0.2 \\ 0.1 & 0.3 & 0.3 & 0.3 \\ 0.1 & 0.2 & 0.3 & 0.4 \\ 0.25 & 0.25 & 0.25 & 0.25 \end{pmatrix} \quad \text{а) 1, б) 2, в) 3, г) 4.}$$

99. Визначити евклідову відстань між станами s1 та s2 системи.

$$s1 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad s2 = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

а) 1, б) 2, в) 3, г) 4.

100. Визначити евклідову відстань між станами s1 та s2 системи.

$$s1 = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad s2 = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

а) 2,822, б) 2,894, в) 3,168, г) 3,162.

101. Визначити евклідову відстань між станами s1 та s2 системи.

$$s1 = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad s2 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

а) 2,822, б) 2,646, в) 2,456, г) 2,254.

102. Коваріація двох дискретних сигналів

$$x_1 = (4 \ 8 \ 9 \ 9 \ 7)$$

$$x_2 = (2 \ 8 \ 5 \ 3 \ 2)$$

рівна:

а) 1, б) 2, в) 3, г) 4.

103. Коваріація двох дискретних сигналів

$$x_1 = (1 \ 8 \ 6 \ 9 \ 9)$$

$$x_2 = (2 \ 8 \ 5 \ 3 \ 2)$$

рівна:

а) 1, б) -2, в) 1,8, г) -4.

104. Коваріація двох дискретних сигналів

$$x_1 = (1 \ 5 \ 3 \ 5 \ 5)$$

$$x_2 = (2 \ 8 \ 5 \ 3 \ 2)$$

рівна

а) 1,2, б) -2, в) 1,8, г) -4.

105. Отримано матрицю  $x$  експертних оцінок  $k=5$  претендентів що до  $n=4$  якостей. Вагові коефіцієнти якостей представлені матрицею  $p$ , а еталон – параметрами  $m$ .

$$x := \begin{pmatrix} 2 & 9 & 6 & 2 \\ 1 & 3 & 5 & 6 \\ 9 & 6 & 4 & 8 \\ 9 & 2 & 5 & 7 \\ 6 & 3 & 4 & 7 \end{pmatrix} \quad p := \begin{pmatrix} 0.22 \\ 0.3 \\ 0.18 \\ 0.3 \end{pmatrix} \quad m := \begin{pmatrix} 5 \\ 4 \\ 7 \\ 6 \end{pmatrix}$$

Претендент, який є найбільш близьким до еталону: 1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4.

106. Отримано матрицю  $x$  експертних оцінок  $k=5$  претендентів що до  $n=4$  якостей. Еталон представлено параметрами  $m$ .

$$x := \begin{pmatrix} 2 & 9 & 6 & 2 \\ 1 & 3 & 5 & 6 \\ 9 & 6 & 4 & 8 \\ 9 & 2 & 5 & 7 \\ 6 & 3 & 4 & 7 \end{pmatrix} \quad m := \begin{pmatrix} 5 \\ 4 \\ 7 \\ 6 \end{pmatrix}$$

Претендент, який є найбільш близьким до еталону: 1) 1; **2) 5**; 3) 3; 4) 4.

107. Отримано матрицю  $x$  експертних оцінок  $k=5$  претендентів що до  $n=4$  якостей. Вагові коефіцієнти якостей представлені матрицею  $p$ .

$$x := \begin{pmatrix} 2 & 9 & 6 & 2 \\ 1 & 3 & 5 & 6 \\ 9 & 6 & 4 & 8 \\ 9 & 2 & 5 & 7 \\ 6 & 3 & 4 & 7 \end{pmatrix} \quad p := \begin{pmatrix} 0.22 \\ 0.3 \\ 0.18 \\ 0.3 \end{pmatrix}$$

Претендент, який є найбільш якісним: 1) 1; 2) 2; **3) 3**; 4) 4.

108. Отримано матрицю  $x$  експертних оцінок  $k=5$  претендентів що до  $n=4$  якостей. Вагові коефіцієнти якостей представлені матрицею  $p$ , а еталон – параметрами  $m$ .

$$x := \begin{pmatrix} 2 & 9 & 6 & 2 \\ 1 & 3 & 5 & 6 \\ 9 & 6 & 4 & 8 \\ 9 & 2 & 5 & 7 \\ 6 & 3 & 4 & 7 \end{pmatrix} \quad p := \begin{pmatrix} 0.22 \\ 0.3 \\ 0.18 \\ 0.3 \end{pmatrix}$$

Претендент, який є найменш якісним: 1) 1; **2) 2**; 3) 3; 4) 4.

109. Отримано матрицю  $x$  експертних оцінок  $k=5$  претендентів що до  $n=4$  якостей. Вагові коефіцієнти якостей представлені матрицею  $p$ , а еталон – параметрами  $m$ .

$$x := \begin{pmatrix} 9 & 3 & 7 & 5 \\ 3 & 8 & 6 & 4 \\ 8 & 5 & 3 & 9 \\ 5 & 6 & 4 & 5 \\ 5 & 7 & 1 & 2 \end{pmatrix} \quad p := \begin{pmatrix} 0.3 \\ 0.3 \\ 0.1 \\ 0.3 \end{pmatrix} \quad m := \begin{pmatrix} 4 \\ 1 \\ 1 \\ 5 \end{pmatrix}$$

Претендент, який є найбільш близьким до еталону: 1) 1; 2) 2; 3) 3; **4) 4**.

110. Отримано матрицю  $x$  експертних оцінок  $k=5$  претендентів що до  $n=4$  якостей. Еталон представлено параметрами  $m$ .

$$x := \begin{pmatrix} 9 & 3 & 7 & 5 \\ 3 & 8 & 6 & 4 \\ 8 & 5 & 3 & 9 \\ 5 & 6 & 4 & 5 \\ 5 & 7 & 1 & 2 \end{pmatrix} \quad m := \begin{pmatrix} 4 \\ 1 \\ 1 \\ 5 \end{pmatrix}$$

Претендент, який є найбільш близьким до еталону: 1) 1; 2) 5; 3) 3; **4) 4**.

111. Отримано матрицю  $x$  експертних оцінок  $k=5$  претендентів що до  $n=4$  якостей. Вагові коефіцієнти якостей представлені матрицею  $p$ .

$$x := \begin{pmatrix} 9 & 3 & 7 & 5 \\ 3 & 8 & 6 & 4 \\ 8 & 5 & 3 & 9 \\ 5 & 6 & 4 & 5 \\ 5 & 7 & 1 & 2 \end{pmatrix} \quad p := \begin{pmatrix} 0.3 \\ 0.3 \\ 0.1 \\ 0.3 \end{pmatrix}$$

Претендент, який є найбільш якісним: 1) 1; **2) 2**; 3) 3; 4) 4.

112. Отримано матрицю  $x$  експертних оцінок  $k=5$  претендентів що до  $n=4$  якостей. Вагові коефіцієнти якостей представлені матрицею  $p$ , а еталон – параметрами  $m$ .

$$x := \begin{pmatrix} 9 & 3 & 7 & 5 \\ 3 & 8 & 6 & 4 \\ 8 & 5 & 3 & 9 \\ 5 & 6 & 4 & 5 \\ 5 & 7 & 1 & 2 \end{pmatrix} \quad p := \begin{pmatrix} 0.3 \\ 0.3 \\ 0.1 \\ 0.3 \end{pmatrix}$$

Претендент, який є найменш якісним: 1) 1; 2) 2; 3) 3; **4) 4**.

113. Отримано матрицю  $x$  експертних оцінок  $k=5$  претендентів що до  $n=4$  якостей. Вагові коефіцієнти якостей представлені матрицею  $p$ , а еталон – параметрами  $m$ .

$$x := \begin{pmatrix} 1 & 1 & 3 & 2 \\ 4 & 1 & 3 & 4 \\ 2 & 7 & 8 & 5 \\ 8 & 9 & 8 & 7 \\ 2 & 3 & 4 & 3 \end{pmatrix} \quad p := \begin{pmatrix} 0.7 \\ 0.1 \\ 0.1 \\ 0.1 \end{pmatrix} \quad m := \begin{pmatrix} 10 \\ 1 \\ 1 \\ 4 \end{pmatrix}$$

Претендент, який є найбільш близьким до еталону: 1) 1; 2) 2; 3) 3; **4) 4**.

114. Отримано матрицю  $x$  експертних оцінок  $k=5$  претендентів що до  $n=4$  якостей. Еталон представлено параметрами  $m$ .

$$x := \begin{pmatrix} 1 & 1 & 3 & 2 \\ 4 & 1 & 3 & 4 \\ 2 & 7 & 8 & 5 \\ 8 & 9 & 8 & 7 \\ 2 & 3 & 4 & 3 \end{pmatrix} \quad m := \begin{pmatrix} 10 \\ 1 \\ 1 \\ 4 \end{pmatrix}$$

Претендент, який є найбільш близьким до еталону: 1) 1; **2) 5**; 3) 3; 4) 4.

115. Отримано матрицю  $x$  експертних оцінок  $k=5$  претендентів що до  $n=4$  якостей. Вагові коефіцієнти якостей представлені матрицею  $p$ .

$$x := \begin{pmatrix} 1 & 1 & 3 & 2 \\ 4 & 1 & 3 & 4 \\ 2 & 7 & 8 & 5 \\ 8 & 9 & 8 & 7 \\ 2 & 3 & 4 & 3 \end{pmatrix} \quad p := \begin{pmatrix} 0.7 \\ 0.1 \\ 0.1 \\ 0.1 \end{pmatrix}$$

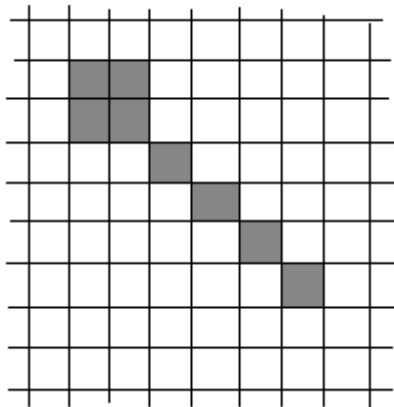
Претендент, який є найбільш якісним: 1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4.

116. Отримано матрицю  $x$  експертних оцінок  $k=5$  претендентів що до  $n=4$  якостей. Вагові коефіцієнти якостей представлені матрицею  $p$ , а еталон – параметрами  $m$ .

$$x := \begin{pmatrix} 1 & 1 & 3 & 2 \\ 4 & 1 & 3 & 4 \\ 2 & 7 & 8 & 5 \\ 8 & 9 & 8 & 7 \\ 2 & 3 & 4 & 3 \end{pmatrix} \quad p := \begin{pmatrix} 0.7 \\ 0.1 \\ 0.1 \\ 0.1 \end{pmatrix}$$

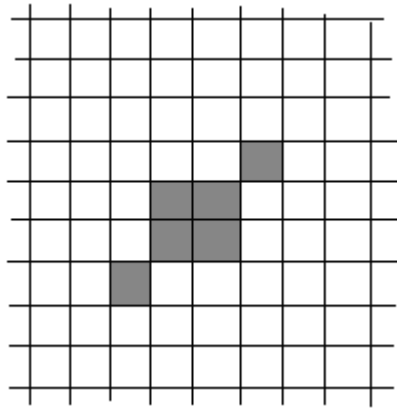
Претендент, який є найменш якісним: 1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4.

117. Згідно аксіоматики „life” знайти відстань по Хеммінгу між початковим станом системи та станом системи на 2-му кроці.



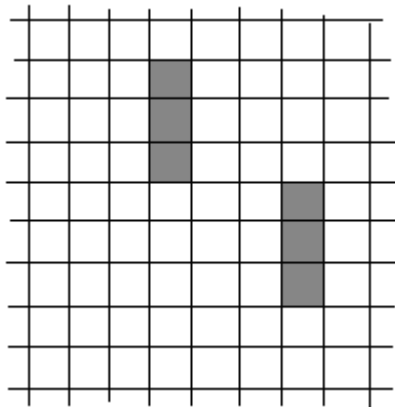
Відстань між станами системи рівна: а) 5, б) 6, в) 7, г) 8.

118. Згідно аксіоматики „life” знайти відстань по Хеммінгу між початковим станом системи та станом системи на 2-му кроці.



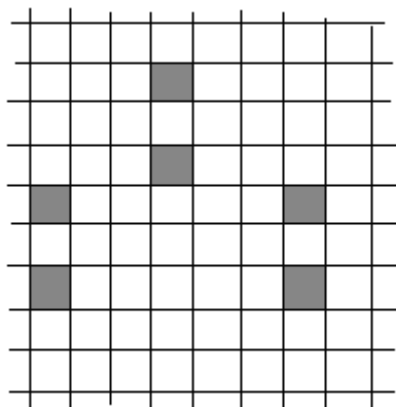
Відстань між станами системи рівна: а) 4, б) 6, в) 8, г) 12.

119. Згідно аксіоматики „life” знайти відстань по Хеммінгу між початковим станом системи та станом системи на 2-му кроці.



Відстань між станами системи рівна: а) 4, б) 6, в) 8, г) 0.

120. Згідно аксіоматики „life” знайти відстань по Хеммінгу між початковим станом системи та станом системи на 2-му кроці.



Відстань між станами системи рівна: а) 4, б) 6, в) 8, г) 0.

121. У двійковій системі числення 8 записується як:

1) 111; 2) 1000; 3) 110; 4) 0111.

122. У двійковій системі числення 10 записується як:

1) 110; 2) 1010; 3) 110; 4) 111.



---

123. У двійковій системі числення 28 записується як:  
1) 11100; 2) 10100; 3) 11000; 4) 11001.

124. У двійковій системі число 11 записується як:  
1) 1011; 2) 1111; 3) 1001; 4) 1101.

125. У трійковій системі число 11 записується як:  
1) 101; 2) 111; 3) 102; 4) 120.

126. У трійковій системі число 111 записується як:  
1) 11010; 2) 1121; 3) 10211; 4) 12110.

127. У трійковій системі число 112 записується як:  
1) 1010; 2) 11011; 3) 10112; 4) 12110.

128. У дванадцятковій системі число 112 записується як:  
1) 95; 2) 94; 3) 90; 4) 96.

129. У дванадцятковій системі число 1112 записується як:  
1) 777; 2) 788; 3) 787; 4) 887.

130. У дванадцятковій системі число 117 записується як:  
1) 95; 2) 99; 3) 90; 4) 96.

131. У десятковій системі число  $110101_2$  записується як:  
1) 55; 2) 53; 3) 90; 4) 56.

132. У десятковій системі число  $10101_3$  записується як:  
1) 95; 2) 91; 3) 90; 4) 96.

---

1.65	3.47	3.04	1.42
1.6	1.36	1.16	0.99
1.74	2.67	2.26	1.51
1.28	2.63	2.7	1.86

133. Після впорядкування рядків масиву даних із використанням метрики Хемінга в якості функції переважності визначити останній із них.  
а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.

1.65	3.47	3.04	1.42
1.6	1.36	1.16	0.99
1.74	2.67	2.26	1.51
1.28	2.63	2.7	1.86

134. Після впорядкування стовпців масиву даних із використанням метрики Хемінга в якості функції переважності визначити останній із них.  
а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.

$$\begin{pmatrix} 2.53 & 3.91 & 2.51 & 0.86 \\ 1.04 & 0.94 & 0.85 & 0.76 \\ 1.83 & 2.7 & 2.24 & 1.47 \\ 1.35 & 2.7 & 2.71 & 1.81 \end{pmatrix}$$
 135. Після впорядкування рядків масиву даних із використанням метрики Хемінга в якості функції переважності визначити останній із них.  
 а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.

$$\begin{pmatrix} 2.53 & 3.91 & 2.51 & 0.86 \\ 1.04 & 0.94 & 0.85 & 0.76 \\ 1.83 & 2.7 & 2.24 & 1.47 \\ 1.35 & 2.7 & 2.71 & 1.81 \end{pmatrix}$$
 136. Після впорядкування стовпців масиву даних із використанням метрики Хемінга в якості функції переважності визначити останній із них.  
 а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.

$$\begin{pmatrix} 0.23 & 1.22 & 2.65 & 3.08 \\ 3.66 & 2.54 & 1.76 & 1.22 \\ 1.42 & 2.51 & 2.32 & 1.64 \\ 1.04 & 2.35 & 2.66 & 2.01 \end{pmatrix}$$
 137. Після впорядкування рядків масиву даних із використанням метрики Хемінга в якості функції переважності визначити останній із них.  
 а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.

$$\begin{pmatrix} 0.23 & 1.22 & 2.65 & 3.08 \\ 3.66 & 2.54 & 1.76 & 1.22 \\ 1.42 & 2.51 & 2.32 & 1.64 \\ 1.04 & 2.35 & 2.66 & 2.01 \end{pmatrix}$$
 138. Після впорядкування стовпців масиву даних із використанням метрики Хемінга в якості функції переважності визначити останній із них.  
 а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.

$$\begin{pmatrix} 0.15 & 0.93 & 2.34 & 3.12 \\ 4.01 & 2.68 & 1.8 & 1.2 \\ 1.37 & 2.48 & 2.32 & 1.66 \\ 1 & 2.3 & 2.65 & 2.03 \end{pmatrix}$$
 139. Після впорядкування рядків масиву даних із використанням метрики Хемінга в якості функції переважності визначити останній із них.  
 а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.

$$\begin{pmatrix} 0.15 & 0.93 & 2.34 & 3.12 \\ 4.01 & 2.68 & 1.8 & 1.2 \\ 1.37 & 2.48 & 2.32 & 1.66 \\ 1 & 2.3 & 2.65 & 2.03 \end{pmatrix}$$
 140. Після впорядкування стовпців масиву даних із використанням метрики Хемінга в якості функції переважності визначити останній із них.  
 а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.

141. Задано платіжні матриці  $a$  та  $b$ . В чистих стратегіях має розв'язок:  
 а) матриці  $a$  та  $b$ ; б) матриця  $a$ ; в) матриця  $b$ ; г) жодна.

$$a = \begin{pmatrix} 43 & 52 \\ 76 & 17 \end{pmatrix} \quad b = \begin{pmatrix} 74 & 28 \\ 69 & 73 \end{pmatrix}$$

142. Задано платіжну матрицю  $a$ . Визначити ціну гри.

а) 47.368; б) 87.00; в) 54,233; г) 45,556.

$$a = \begin{pmatrix} 43 & 52 \\ 76 & 17 \end{pmatrix}$$

$$b = \begin{pmatrix} 74 & 28 \\ 69 & 73 \end{pmatrix}$$

143. Задано платіжну матрицю  $b$ . Визначити ціну гри.

а) 17,230; б) 69.40; в) 68,00; г) 45,556.

$b = \begin{pmatrix} 74 & 28 \\ 69 & 73 \end{pmatrix}$  144. Задано платіжну матрицю  $b$ . Визначити першу координату змішаної стратегії сторони, що відповідає рядкам матриці  $b$ .  
а) 0,454; б) 0,512; в) 0,08; г) 0,644.

$a = \begin{pmatrix} 43 & 52 \\ 76 & 17 \end{pmatrix}$  145. Задано платіжну матрицю  $a$ . Визначити першу координату змішаної стратегії сторони, що відповідає рядкам матриці  $a$ .  
а) 0,454; б) 0,946; в) 0,154; г) 0,868.

146. Задано платіжні матриці  $a$  та  $b$ . В чистих стратегіях має розв'язок:  
а) матриці  $a$  та  $b$ ; б) матриця  $a$ ; в) матриця  $b$ ; г) жодна.

$$a = \begin{pmatrix} 13 & 84 \\ 52 & 43 \end{pmatrix} \quad b = \begin{pmatrix} 95 & 55 \\ 48 & 85 \end{pmatrix}$$

$a = \begin{pmatrix} 13 & 84 \\ 52 & 43 \end{pmatrix}$  147. Задано платіжну матрицю  $a$ . Визначити ціну гри.  
а) 47.612; б) 87.00; в) 54,233; г) 45,556.

$b = \begin{pmatrix} 95 & 55 \\ 48 & 85 \end{pmatrix}$  148. Задано платіжну матрицю  $b$ . Визначити ціну гри.  
а) 17,230; б) 70,584; в) 68,00; г) 45,556.

$b = \begin{pmatrix} 95 & 55 \\ 48 & 85 \end{pmatrix}$  149. Задано платіжну матрицю  $b$ . Визначити першу координату змішаної стратегії сторони, що відповідає рядкам матриці  $b$ .  
а) 0,454; б) 0,512; в) 0,481; г) 0,644.

$a = \begin{pmatrix} 13 & 84 \\ 52 & 43 \end{pmatrix}$  150. Задано платіжну матрицю  $a$ . Визначити першу координату змішаної стратегії сторони, що відповідає рядкам матриці  $a$ .  
а) 0,454; б) 0,946; в) 0,154; г) 0,113.

151. Якщо серед множини вхідних, вихідних сигналів і станів системи немає часового параметра, то система називається:

а) статичною, б) динамічною, в) дискретною, г) неперервною.

152. Якщо серед множини вхідних, вихідних сигналів і станів системи є часовий параметр, то система називається:

а) статичною, б) динамічною, в) дискретною, г) неперервною.

153. Якщо модель описує поведінку системи тільки в окремі моменти часу, то вона називається:

а) статичною, б) динамічною, в) дискретною, г) неперервною.

154. Якщо модель описує поведінку системи для всіх моментів часу з деякого проміжку часу, то вона називається:

а) статичною, б) динамічною, в) дискретною, г) **неперервною**.

155. Якщо модель призначена для випробування або вивчення, програвання можливих шляхів розвитку і поведінки об'єкту шляхом варіювання деяких або всіх параметрів моделі то вона називається:

а) **імітаційною**, б) детермінованою, в) дискретною, г) стохастичною.

156. Якщо відсутні (точніше не враховуються) впливи випадкових процесів, тоді модель системи є:

а) імітаційною, б) **детермінованою**, в) дискретною, г) стохастичною.

157. Якщо частина вхідних, вихідних сигналів і станів системи є випадковими, тоді система:

а) імітаційна, б) детермінована, в) дискретна, г) **стохастична**.

158. Параметри системи, значення яких можуть бути зміряні, але можливість дії на них відсутня, прийнято називати:

а) **вхідними**, б) вихідними, в) збурюючими, г) вихідними.

159. Параметри системи, які не залежать від режиму процесу прийнято називати:

а) **вхідними**, б) керівними, в) збурюючими, г) вихідними.

160. Параметри системи, на які можна надавати пряму дію відповідно до вибору розробника або вимог, що пред'являються, що дозволяє управляти процесом, називають:

а) вхідними, б) **керівними**, в) збурюючими, г) вихідними.

161. Параметри системи, значення яких випадковим чином змінюються з часом і які не доступні для виміру, називають:

а) вхідними, б) керівними, в) **збурюючими**, г) вихідними.

162. Параметри системи, значення яких визначаються режимом процесу, називають:

а) вхідними, б) керівними, в) збурюючими, г) **вихідними**.

163. Параметри системи, які характеризують стан процесу як результат сумарної дії вхідних параметрів, управляючих і збурюючих, називають:

а) вхідними, б) керівними, в) збурюючими, г) **вихідними**.

164. Параметри стану процесу у системі називають:  
а) вхідними, б) керівними, в) збурюючими, г) **вихідними**.
165. Аналітичне відображення цілей або завдань системи і необхідних правил оцінки їх виконання:  
а) **цільова функція**, б) функціональна залежність, в) опис, г) подія.
166. Всяку зміну стану в системі називають:  
а) цільова функція, б) функціональна залежність, в) опис, г) **подія**.
167. Пари подій, віднесені до різних моментів часу можна назвати:  
а) **взаємодією елементів системи**, б) **взаємодією елементу системи і середовища**, в) допустимими станами, г) значеннями цільової функції.
168. Розділення моделі системи на блоки є:  
а) **можливим**, б) однозначним, в) **неоднозначним**, г) неможливим.
169. Основна мета розбиття повної системи на елементи, блоки і підсистеми –це:  
а) побудова ієрархічного набору співвідношень між характеристиками системи, б) побудова десипативного набору співвідношень між характеристиками системи, в) побудова агломеративного набору співвідношень між характеристиками системи, г) **побудова обмеженого набору співвідношень між характеристиками системи**
170. Дію, представлену деяким набором характеристик моделі, називають:  
а) **сигналом**, б) моделюванням, в) ієрархією, г) випадковістю.
171. Помилки через скінченне число реалізацій на моделі називають:  
а) **випадковими**, б) детермінованими, в) системними, г) модельними.
172. Помилки обумовлені неточностями структурного опису елементарних процесів називають:  
а) випадковими, б) **детермінованими**, в) системними, г) модельними.
173. Моделювання внутрішнього механізму блоку системи відповідає:  
а) **структурному підходу**, б) функціональному підходу, в) блочному підходу, г) модельному підходу.
174. Моделювання функції блоку системи відповідає:  
а) структурному підходу, б) **функціональному підходу**, в) блочному підходу, г) модельному підходу.
175. Вимога, щоб сумарна помилка оцінки вихідних показників системи не перевершувала деяких наперед заданих величин є:

**а) кінцевою метою моделювання системи, б) компромісом співвідношення між випадковими і детермінованими помилками, в) ускладненням моделюючих алгоритмів, г) збільшенням випадкових помилок в отримуваних оцінках.**

176. Процес мінімізації складності моделі системи:

**а) флуктуація, б) декомпозиція, в) синергізм, г) інтеграція.**

177. Процедуру розчленовування підсистем продовжують до отримання можливостей:

**а) безпосереднього математичного опису, б) процедур машинної імітації, в) необхідного рівня деталізації опису моделі, г) розділяти її функції на логічні підфункції з вищим рівнем деталізації.**

178. Представлення досліджуваного об'єкту у вигляді багаторівневої конструкції з елементів зазвичай називають:

**а) флуктуацією, б) декомпозицією, в) синергізмом, г) структуризацією.**

179. Інформацію про співвідносність і зв'язки елементів системи графічно здійснюють з допомогою :

**а) блоку, б) графу, в) функції, г) взаємодій.**

180. Точка, в якій з'єднуються елементи графа називають:

**а) піделементом, б) підсистемою, в) ребром, г) вузлом.**

181. Будь-яка сукупність елементів даної системи може розглядуватися як:

**а) піделемент, б) підсистема, в) ребро, г) вузол.**

182. Загальна ідея моделі системи відображується у вигляді:

**а) логічної структурної схеми, б) сукупності стандартних блоків-модулів, в) вузлів, г) ребер.**

183. Абсолютна похибка суми  $2,00 + 1,10$  не перевищує:

**а) 0,1; б) 0,01; в) 0,001; г) 1.**

184. Абсолютна похибка різниці  $4,0 - 5,1$  не перевищує:

**а) 0,1; б) 0,01; в) 0,001; г) 1.**

185. Обчислити без калькулятора  $\arcsin(\operatorname{sgn}(3.14-\pi))$ :

**а)  $-\pi/2$ , б)  $-\pi$ , в)  $\pi$ , г)  $\pi/2$ .**

186. Станом на 01.09.2019 величина  $\operatorname{sgn}(3\text{€} - 2\text{€})$  рівна:

**а) -1, б) 0, в) 1, г) \\$.**

187. Серед величин:  $\cos 44^\circ$ ,  $\cos 80^\circ$ ,  $\cos 92^\circ$ ,  $\cos 100^\circ$  найбільшою за модулем є:  
а)  **$\cos 44^\circ$** , б)  $\cos 80^\circ$ , в)  $\cos 92^\circ$ , г)  $\cos 100^\circ$ .
188. На вході системи подано сигнал „self”, а на виході отримано „іуда”. Що буде на виході, якщо на вході системи „sos”?  
а) сос, б) ісі, **в) іщі**, г) ощо.
189. Відомо, що у дволітровій пляшці пива „Львівське 1715” міститься 4% алкоголю. Який відсоток алкоголю буде у 10 літровому відрі цього ж напою?  
а) 0,4%, **б) 4%**, в) 20%, г) 40%.
190. Відомо, що Владивосток стоїть на березі моря. Відстань від нього до секретної китайської ракетної бази Бейджін-юань 255 км. Відстань від даної бази до Шанхаю – 1045км. На які відстані від моря розміщений Шанхай?  
а) 1100 км, б) 700 км, в) 800 км, **г) 0**.
191. Існуючі об’єкти систем відображають моделі:  
а) мовні, б) математичні, **в) пізнавальні**, г) прагматичні.
192. Бажані і в перспективі здійсненні об’єкти відображають моделі систем:  
а) мовні, б) математичні, в) пізнавальні, **г) прагматичні**.
193. З допомогою методів міркувань, спорів оригінал відображають моделі систем:  
**а) мовні**, б) математичні, в) пізнавальні, г) прагматичні.
194. Відображення систем з допомогою абстрактних, ідеальних побудов відображають моделі:  
а) мовні, **б) математичні**, в) пізнавальні, г) прагматичні.
195. Перенесення знань з одних систем на інші, які в певному сенсі подібні між собою є:  
а) логікою, **б) аналогією**, в) моделлю, г) дослідженням.
196. Цільове відображення оригіналу системи є:  
а) логікою, б) аналогією, **в) моделлю**, г) дослідженням.
197. Модель конкретного стану системи є:  
**а) статична**, б) динамічна, в) детермінована, стохастична.
198. Модель системи, характеристики стану якої змінюються у часі є:  
а) статична, **б) динамічна**, в) детермінована, г) стохастична
199. Повідношенню до оригінала системи модель є:



**а) спрощеною, б) ускладненою, в) скінченою, г) нескінченною.**

200. Модель системи, з допомогою якої успішно виконується поставлена ціль, називається:

а) спрощеною, б) ускладненою, в) скінченою, **г) адекватною.**

201. Побудова моделі системи з метою підвищення її адекватності є:

а) спрощенням, б) ускладненням, в) заміщенням, **г) адаптацією.**

202. Непряма подібність моделі системи до оригіналу є:

а) логіка, б) **аналогія**, в) стійкість, г) динаміка.

203. Залежність міри адекватності моделі системи від її точності характеризується як:

а) логіка, б) аналогія, **в) стійкість**, г) динаміка.

204. Співвідношення між системами тотожної структури:

а) робастність, б) регуляризація, в) гомоморфізм, **г) ізоморфізм.**

205. Відображення системи, що моделюється, у свідомості дослідника:

а) робастність, б) регуляризація, **в) гомоморфізм**, г) ізоморфізм.

206. Зв'язки, з допомогою яких система діє на середовище.

а) входи, б) **виходи**, в) нейрони, г) синапси.

207. Зв'язки, через які середовище діє на систему:

**а) входи**, б) виходи, в) нейрони, г) синапси.

208. Наближений опис деякого класу явищ зовнішнього світу, виражений з допомогою математичної символіки:

а) чорний ящик, б) **математична модель**, в) детермінований об'єкт, г) стохастичний процес.

209. Формулювання законів, що пов'язують основні об'єкти моделі є предмет дослідження:

а) функціонального аналізу, б) технічного аналізу, **в) системного аналізу**, г) математичного аналізу.

210. У системі понять студента XXI століття, модель Землі може розглядатись як:

**а) центр Всесвіту**, б) окраїна Всесвіту, в) Всесвіт, г) об'єкт поза Всесвітом.

211. У системі понять студента I століття, модель Землі може розглядатись як:

а) центр Всесвіту, б) країна Всесвіту, **в) Всесвіт**, г) об'єкт поза Всесвітом.

212. У системі понять студента ХХ століття, модель Землі може розглядатись як:

а) центр Всесвіту, **б) країна Всесвіту**, в) Всесвіт, г) об'єкт поза Всесвітом.

213. системі понять студента ХІ століття, модель Землі може розглядатись як:

**а) центр Всесвіту**, б) країна Всесвіту, в) Всесвіт, г) об'єкт поза Всесвітом.

214. Модель системи що до оригіналу є:

**а) заміником, б) образом, в) цільовим заміником, г) системним образом.**

215. Модель системи не може бути:

а) статичною і скінченною, б) динамічною і скінченною, **в) нескінченною динамічною**, г) статичною і прагматичною.

216. Спрощеність моделей систем є:

а) недопустимою, **б) допустимою, в) бажаною**, г) небажаною.

217. Співвідношення між системами тотожньої структури є:

а) гомоморфізмом, **б) ізоморфізмом**, в) абстракціонізмом, г) антагонізмом.

218. В системі понять ТНТУ Х-промені винайшов:

а) Смакула, **б) Пулюй**, в) Тесла, г) Рентген.

219. Геліоцентрична система як модель Всесвіту є:

**а) допустимою**, б) недопустимою, в) хибною, г) істиною.

220. Геоцентрична система як модель Всесвіту є:

а) допустимою, б) недопустимою, **в) хибною**, г) істиною.

221. Рівність визначальних критеріїв для подібності явищ є:

а) достатньою умовою, **б) необхідною умовою**, в) умовою еквівалентності, г) лишньою.

222. Ідеальні конструкції систем побудовані засобами мислення є:

**а) абстрактною моделлю**, б) математичною моделлю, в) знаковою моделлю, г) мовною моделлю.

223. В системі понять законодавства України до українських учених відноситься:
- а) Смакула, б) Пулюй, в) Тесла, г) **Корольов**.
224. У системі понять законодавства України до українських міст відноситься:
- а) Магадан, б) Перемишль, в) **Севастополь**, г) Холм.
225. Об'єкти, що складаються з набору елементів і відрізняються постійністю своїх дій у відповідь на певні зовнішні дії є:
- а) торсіон, б) набір, в) множина, г) система.
226. Об'єкти, які не відрізняються постійністю своїх дій на дії є:
- а) торсіон, б) набір, в) множина, г) система.
227. Набір взаємодіючих елементів, які можуть виконати одну загальну певну мету є:
- а) торсіон, б) набір, в) множина, г) система.
228. Група цілеспрямовано взаємодіючих елементів є:
- а) мета, б) набір, в) множина, г) система.
229. Завдання, як необхідність в певному заданому результаті зовнішньої системи, яка дає завдання, уставку або установку, для даної системи є:
- а) мета, б) набір, в) множина, г) система.
230. Прагнення отримання певного результату дії даною системою, завжди рівного заданому (заданій уставці або установці) є:
- а) мета, б) набір, в) множина, г) система.
231. Принцип цілеспрямованості, передпризначеності систем називають ще аксіомою:
- а) генеральної мети; б) зовнішньої мети; в) дії; г) результату дії.
232. Принцип завдання мети для систем називають ще аксіомою:
- а) генеральної мети; б) зовнішньої мети; в) дії; г) результату дії.
233. Принцип виконання дії системами називають ще аксіомою:
- а) генеральної мети; б) зовнішньої мети; в) дії; г) результату дії.
234. Принцип незалежності результату дії називають ще аксіомою:
- а) генеральної мети; б) зовнішньої мети; в) дії; г) результату дії.

235. Принцип постійності дії систем для збереження постійності мети називають ще законом:

а) збереження; б) причинно- наслідкових обмежень; в) ієрархії цілей; г) ієрархії систем.

236. Принцип детермінізму дій систем називають ще законом:

а) збереження; б) причинно- наслідкових обмежень; в) ієрархії цілей; г) ієрархії систем.

237. Принцип розподілу мети на підцілі називають ще законом:

а) збереження; б) причинно- наслідкових обмежень; в) ієрархії цілей; г) ієрархії систем.

238. Принцип принцип розподілу підцілей між підсистемами називають ще законом:

а) збереження; б) причинно- наслідкових обмежень; в) ієрархії цілей; г) ієрархії систем.

239. Принцип принцип підлеглості підсистем називають ще законом:

а) збереження; б) причинно- наслідкових обмежень; в) ієрархії цілей; г) ієрархії систем.

240. Об'єкти, що складаються з елементів і відрізняються постійністю своїх дій у відповідь на певні зовнішні дії :

а) системи; б) набори; в) множини; г) таксони.

241. Об'єкти, що складаються з елементів і які не відрізняються постійністю своїх дій у відповідь на певні зовнішні дії :

а) системи; б) набори; в) множини; г) таксони.

242. Група цілеспрямовано взаємодіючих елементів:

а) системи; б) набори; в) множини; г) таксони.

243. Набір взаємодіючих елементів, які можуть виконати одну загальну певну мету:

а) системи; б) набори; в) множини; г) таксони.

244. Жорстка директива, яку потрібно виконати із заданою точністю і лише так і не інакше:

а) мета; б) ціль; в) пристрій; г) уставка.

245. Завдання, як необхідність в певному заданому результаті зовнішньої системи, яка дає завдання для даної системи:

а) мета; б) ціль; в) пристрій; г) уставка.

246. Стан, процес, що виникають у відповідь на який-небудь сигнал, подразник:

а) мета; б) ціль; в) дія; г) уставка.

247. Стан, процес, що виникають у відповідь на яку-небудь дію:

а) мета; б) реакція; в) дія; г) уставка.

248. Якщо результат дії елементу-реципієнта може бути однорідним то він є:

а) гомореактивним; б) гетерореактивним; в) інтерактивним; г) байдужим.

249. Якщо результат дії елементу-реципієнта може бути неоднорідним то він є:

а) гомореактивним; б) гетерореактивним; в) інтерактивним; г) байдужим.

250. Якщо результат дії елементу виникає у взаємодії між системами-донорами і системами-реципієнтами, то він є:

а) гомореактивним; б) гетерореактивним; в) інтерактивним; г) байдужим.

251. При створенні нових зв'язків елементів системи при її перебудові простої в складну витрачається:

а) енергія; б) кошти; в) інформація; г) час.

252. При створенні системи із елементів або при її перебудові простої в складну витрачається:

а) енергія; б) кошти; в) інформація; г) час.

253. Вид зв'язків між елементами системи це:

а) система; б) форма; в) множина; г) таксон.

254. Для виконання цільових дій система повинна містити:

а) елементи виконання; б) елементи управління; в) елементи зберігання; елементи вибору.

255. Для того, щоб взаємодія елементів виконання була цільовою, система повинна містити :

а) елементи виконання; б) елементи управління; в) елементи зберігання; елементи вибору.

256. Виділяє специфічний сигнал і визначає наявність зовнішньої дії в блоці управління:

а) рецептор; б) аналізатор; в) аферентний шлях; г) стимулятор.

257. Передає інформацію з рецептора в аналізатор:

а) рецептор; б) аналізатор; в) аферентний шлях; г) регулятор.

258. На основі інформації з рецептора «Х» виробляє рішення про активацію виконавських елементів:

а) рецептор; б) аналізатор; в) аферентний шлях; г) стимулятор.

259. Дозвіл на вході уставки керованої системи:

а) рецептор; б) аналізатор; в) аферентний шлях; г) регулятор.

260. Якщо блок управління містить тільки прямий позитивний зв'язок, то він є:

а) простим; б) зворотним; в) інтерактивним; г) байдужим.

261. Математичне моделювання дозволяє полегшити проектування і експлуатацію великої промислової системи:

а) точно, **б) наближено**, в) режимно, г) не дозволяє.

262. На математичних моделях виконують контрольовані експерименти в тих випадках, коли:

**а) для визначення його характеристик економічно недоцільно його будувати, б) коли експериментування на реальних об'єктах практично неможливе, в) модель відображає деякі характерні властивості об'єкту в абстрактній формі, г) велику систему можливо точно описати і точно передбачити її поведінку.**

263. Математична модель включає залежності параметрів елементів і законів їх розподілу від умов експлуатації при дослідженнях в галузі:

а) хімічної промисловості, **б) електронних схем**, в) автоматизації управління, г) транспорту.

264. Математична модель визначає швидкий розрахунок матеріального і теплового балансів при дослідженнях в галузі:

**а) хімічної промисловості**, б) електронних схем, в) автоматизації управління, г) транспорту.

265. Математична модель дозволяє, визначити потоки інформації, і обґрунтовано вибрати алгоритми управління при дослідженнях в галузі:

а) хімічної промисловості, б) електронних схем, **в) автоматизації управління**, г) транспорту.

266. Математична модель дозволяє досліджувати завдання про оптимальне співвідношення між точністю і частотою видачі інформації різними датчиками або блоками в галузі:

а) хімічної промисловості, б) електронних схем, **в) управління і обробки інформації**, г) транспорту.

267. Математична модель дозволяє визначати оптимальні витрати та маршрути з допомогою графів в галузі:

а) хімічної промисловості, б) електронних схем, в) управління і обробки інформації, **г) транспорту**.

268. Кількісний і якісний виграші від застосування математичного моделювання на ЕОМ полягають в тому, що:

**а) частково відпадає необхідність в тривалому і трудомісткому етапі виготовлення лабораторного макету, б) скорочується час визначення характеристик і час випробувань**, в) широкі народні маси мають змогу переконатись в могутності науки, **г) можливість розробляти системи, що містить елементи, характеристики яких відомі.**

269. Математичне моделювання, як будь-який чисельний метод :

**а) завжди носить частинний характер**, б) інколи носить частинний характер, в) завжди носить універсальний характер, г) інколи носить універсальний характер.



270. При вирішенні завдань проектування з використанням математичного моделювання отримання необхідної точності досягають шляхом врахування:

а) помилкових висновків, б) вибору неправильного варіанту технологічного процесу, в) ймовірності випадкового збою в процесі обчислень, г) точності формування випадкових чисел.

271. Представлення станів моделі залежить від:

а) необхідної точності вихідних результатів, б) характеристик вхідних сигналів, в) особливостей модельованої системи, г) помилкових висновків.

272. Моделі використовують в системах управління:

а) умови нормального функціонування, б) критичні ситуації, в) прогнози публік релейшн, г) спосіб управління.

273. В ході проектування систем часто доводиться вирішувати:

а) умови нормального функціонування, б) критичні ситуації, в) визначення оптимальних параметрів заданого об'єкту, г) визначення оптимального варіанту системи довільної структури.

274. У систему математичного опису в загальному випадку можуть входити:

а) рецептура складу матеріалу об'єкту, б) рівняння алгебри, в) блок-схема алгоритму, г) торговий чек.

275. У систему математичного опису в загальному випадку можуть входити:

а) диференціальні рівняння в частинних похідних, б) емпіричні формули, в) фото об'єкта, г) словесний опис.

276. У систему математичного опису в загальному випадку можуть входити:

а) рецептура складу матеріалу об'єкту, б) словесний опис, в) блок-схема алгоритму, г) торговий чек.

277. У випадку, коли математична модель відома з точністю до невідомих параметрів, ефективними є:

а) методи регресійного аналізу, б) методи математичного аналізу, в) методи аналітичної геометрії, г) ТІМС.

278. У випадку, коли математична модель відома з точністю до невідомих параметрів, ефективними є:

а) методи математичного аналізу, б) методи аналітичної геометрії, **в) методи факторного аналізу**, г) оптики.

279. Перевірку адекватності математичної моделі досліджуваному процесу використовують:

а) фотографічну подібність, **б) кореляційний аналіз**, **в) методи нечіткого маскування**, г) математичний аналіз.

280. Математична модель корегується, використовуючи:

а) вимоги ОПР, **б) результати вимірів на самому об'єкті або на його фізичній моделі**, **в) відтворюючи в масштабі основні фізичні закономірності об'єкту моделювання**, г) вводячи нові обмеження.

281. За витратами часу і за вартістю метод системного аналізу є :

**а) більш універсальним аніж фізичний**, б) менш універсальним ніж фізичний, **в) більш універсальним ніж описовий**, г) менш універсальним ніж описовий.

282. Якщо між моделлю і реальною системою спостерігається повна поелементна відповідність, то вона є:

а) гомоморфною, **б) ізоморфною**, в) афінною, г) еквівалентною.

283. Моделі, окремі елементи яких відповідають лише крупним часткам реальної системи, а повне поелементне співвідношення між моделлю і системою відсутнє, є:

**а) гомоморфною**, б) ізоморфною, в) афінною, г) еквівалентною.

284. Якщо система будується на основі фундаментальних теоретичних законів і закономірностей, то опис є:

**а) детермінованим**, б) статистичним, в) аналітичним, г) логічним.

285. Якщо система заснована на обробці експериментальних даних:

а) детермінованим, **б) статистичним**, в) аналітичним, г) логічним.

286. Оцінка зв'язків між структурою і параметрами системи відбувається шляхом:

**а) визначення області існування раціональних рішень**, **б) розробки математичних моделей окремих процесів і структури в цілому**,

**в) проведення орієнтовних розрахунків, г) пошук кращих проектних рішень.**

287. Проводиться пошук кращих проектних рішень шляхом:

**а) формулювання пошукового завдання, б) виявлення варійованих проектних параметрів, в) основних обмежень, г) визначення області існування раціональних рішень.**

288. Етапу вибору раціональних інженерних рішень включає:

**а) пред'явлення додаткових кількісних і якісних вимог, б) виявлення варійованих проектних параметрів, в) основних обмежень, г) врахування достовірності проектних оцінок і ступінь ризику.**

289. Клас речових моделей систем включає:

**а) аналогові пристрої, б) цифрові пристрої, в) мапи, г) мовні описи.**

290. Клас символічних моделей систем включає:

**а) аналогові пристрої, б) цифрові пристрої, в) мапи, г) мовні описи.**

291. Клас речових моделей систем включає:

**а) пілотні установки, б) полігони, в) мапи, г) мовні описи.**

292. Клас символічних моделей систем включає:

**а) аналогові пристрої, б) цифрові пристрої, в) креслення виробу, г) схема технологічної обробки.**

293. До словесно-описових моделей систем відносяться:

**а) технічні завдання, б) цифрові пристрої, в) записки пояснень до проектів і звітів, г) постановки завдань в словесно-описовій формі.**

294. Аналітична модель системи може досліджуватися:

**а) аналітично, б) чисельно, в) якісно, г) графічно.**

295. Імітаційна модель системи може досліджуватися:

**а) реляційно, б) чисельно, в) якісно, г) графічно.**

296. Імітаційна модель системи може досліджуватися:

**а) аналітично, б) функціонально, в) якісно, г) структурно.**

297. По способах отримання функціональної моделі системи ділять на:

**а) теоретичні, б) формальні, в) стаціонарні, г) нестаціонарні.**

298. Стаціонарні моделі систем описують з допомогою:

**а) диференціальних рівнянь, б) алгебраїчних рівнянь, в) варіаційних рівнянь, г) арифметичних співвідношень.**

299. Статичні моделі систем описують з допомогою:

**а) диференціальних рівнянь, б) алгебраїчних рівнянь, в) варіаційних рівнянь, г) арифметичних співвідношень.**

300. Динамічні моделі систем описують з допомогою:

**а) диференціальних рівнянь, б) алгебраїчних рівнянь, в) варіаційних рівнянь, г) арифметичних співвідношень.**

301. Детерміновані моделі систем задаються:

**а) числами, б) векторами, в) функціями, г) інтервалами.**

302. Для побудови математичних інформаційних моделей систем використовують:

**а) математичну логіку, б) теорію масового обслуговування, в) методи теорії автоматичного управління, г) аналітичну геометрію.**

304. Життєвий цикл модельованої системи включає:

**а) збір інформації про об'єкт, б) лінеаризацію системи, в) ідентифікацію моделі, г) висунення гіпотез про модель.**

305. Життєвий цикл модельованої системи включає:

**а) проектування структури і складу моделей, б) агрегацію моделі, в) декомпозицію моделі, г) розробку і відладку окремих підмоделей.**

306. Життєвий цикл модельованої системи включає:

**а) збірка моделі в цілому, б) розробка алгоритму моделювання, в) розробку теорії досліджуваних систем, г) навчання.**

307. Життєвий цикл модельованої системи включає:

**а) прогнозування вихідних даних, б) прогнозування проблемних ситуацій, в) прогнозування станів системи, г) дослідження стійкості, чутливості моделі.**

308. Життєвий цикл модельованої системи включає:

**а) оцінку засобів моделювання, б) оцінку витрачених ресурсів, в) управління системою в цілому, г) управління окремими підсистемами системи.**

309. Життєвий цикл модельованої системи включає:

**а) вироблення управлінських рішень і стратегій, б) автоматизацію системи, в) автоматизацію окремих підсистем системи, г) аналіз результатів моделювання.**

310. Життєвий цикл модельованої системи включає:

**а) встановлення причинно - слідчих зв'язків в досліджуваній системі, б) прогнозування проблемних ситуацій, в) прогнозування станів системи, г) навчання.**

311. Життєвий цикл модельованої системи включає:

**а) модифікацію моделі, б) повернення до досліджуваної системи з новими знаннями, отриманими за допомогою моделювання, в) управління системою в цілому, г) управління окремими підсистемами системи.**

312. До операцій, що використовуються над моделями систем відносять:

**а) збір інформації про об'єкт, б) лінеаризацію системи, в) ідентифікацію моделі, г) висунення гіпотез про модель.**

313. До операцій, що використовуються над моделями систем відносять:

**а) проектування структури і складу моделей, б) агрегацію моделі, в) декомпозицію моделі, г) розробку і відладку окремих підмоделей.**

314. До операцій, що використовуються над моделями систем відносять:

**а) обчислювальний експеримент, б) експертне оцінювання, в) макетування, г) збір інформації про об'єкт.**

315. До операцій, що використовуються над моделями систем відносять:

**а) перетворення системи, моделі, що реалізовує поставлену мету із заданих або визначуваних підмоделей, б) прогнозування проблемних ситуацій, в) прогнозування станів системи, г) розділенні системи (моделі) на підсистеми (підмоделі) із збереженням структур і приналежності одних елементів і підсистем іншим.**

316. До операцій, що використовуються над моделями систем відносять:

**а) перетворення (зведення) моделі до моделі (моделей) меншої розмірності, б) визначенні за деякими додатковими умовами, стан**

**системи, в) проектування структури і складу моделей, г) передмодельний аналіз.**

317. Сукупність зв'язаних елементів, об'єднаних в одне ціле для досягнення певної мети є:

**а) множина, б) модель, в) чорна скриня, г) система.**

318. Будь-який об'єкт будь-якої складності можна розглядувати як:

**а) множину, б) модель, в) чорну скриню, г) систему.**

319. Обчислювальний експеримент на ЕОМ дозволяє замінити натурний експеримент, оскільки:

**а) натурний експеримент є більш дорогий, б) натурний експеримент є менш екологічним, в) натурний експеримент є менш науковим, г) натурний експеримент є більш популярним.**

320. Обчислювальний експеримент на ЕОМ дозволяє замінити натурний експеримент, оскільки:

**а) обчислювальний експеримент є економічнішим, б) дозволяє в короткий термін здійснити дослідження великої кількості варіантів проєктованого об'єкта, в) значно скорочує строки розробки складних систем, г) забезпечує впровадження у виробництво.**

321. Обчислювальний експеримент спричиняє:

**а) покращення екологічної ситуації в країні, б) вдосконалення математичного апарату, в) уточнення математичної моделі, г) дослідження виробничих факторів.**

322. Перевірки адекватності математичної моделі й реального об'єкта:

**а) використовують для корегування вхідних даних, б) використовуються для коректування математичної моделі, в) вирішують питання про застосовність побудованої математичної моделі до проєктування, г) використовують для дослідження заданих об'єктів.**

323. Поступове нарощування функціональних можливостей системи у міру зростання підготовленості користувача і використання продуктивніших і досконаліших апаратних засобів відноситься до принципу:

**а) ієрархії моделей, б) чіткої модульної структури, в) масштабованості, г) відкритої архітектури.**

324. Висока гнучкість і адаптація системи за рахунок комплектації такими наборами модулів, які максимально відповідають поточним вимогам відноситься до принципу:

**а) ієрархії моделей, б) чіткої модульної структури, в) масштабованості, г) відкритої архітектури.**

325. Можливість доукомплектації системи при необхідності наборами спеціалізованих модулів, доповнюючими і оптимізуючими її функціональні характеристики в необхідному напрямі відноситься до принципу:

а) ієрархії моделей, б) чіткої модульної структури, в) масштабованості, **г) відкритої архітектури.**

326. Формування бібліотек різного рівня модельної ієрархії, орієнтованих на широкий спектр застосувань і різний рівень підготовки користувача відноситься до принципу:

**а) ієрархії моделей,** б) чіткої модульної структури, в) масштабованості, г) відкритої архітектури.

327. Якщо серед множини вхідних, вихідних сигналів і станів системи немає часового параметра, то модель називається:

**а) статичною,** б) динамічною, в) дискретною, г) неперервною.

328. Якщо серед множини вхідних, вихідних сигналів і станів системи є часовий параметр, то модель М називається:

а) статичною, **б) динамічною,** в) дискретною, г) неперервною.

329. Якщо модель описує поведінку системи тільки в окремі моменти часу, то вона називається:

а) статичною, б) динамічною, **в) дискретною,** г) неперервною.

330. Якщо модель описує поведінку системи для всіх моментів часу з деякого проміжку часу, то вона називається:

а) статичною, б) динамічною, в) дискретною, **г) неперервною.**

331. Якщо модель призначена для випробування або вивчення, програвання можливих шляхів розвитку і поведінки об'єкту шляхом варіювання деяких або всіх параметрів моделі то вона називається:

**а) імітаційною,** б) детермінованою, в) дискретною, г) стохастичною.

332. Якщо відсутні (точніше не враховуються) впливи випадкових процесів, тоді модель є:

а) імітаційною, **б) детермінованою,** в) дискретною, г) стохастичною.

333. Якщо частина вхідних, вихідних сигналів і станів системи є випадковими, тоді модель:

а) імітаційна, б) детермінована, в) дискретна, **г) стохастична.**

334. Параметри системи, значення яких можуть бути зміряні, але можливість дії на них відсутня, прийнято називати:

а) **вхідними**, б) вихідними, в) збурюючими, г) вихідними.

335. Параметри системи, які не залежать від режиму процесу прийнято називати:

а) **вхідними**, б) керівними, в) збурюючими, г) вихідними.

336. Параметри системи, на які можна надавати пряму дію відповідно до вибору розробника або вимог, що пред'являються, що дозволяє управляти процесом, називають:

а) вхідними, **б) керівними**, в) збурюючими, г) вихідними.

337. Параметри системи, значення яких випадковим чином змінюються з часом і які не доступні для виміру, називають:

а) вхідними, б) керівними, **в) збурюючими**, г) вихідними.

338. Параметри системи, значення яких визначаються режимом процесу, називають:

а) вхідними, б) керівними, в) збурюючими, **г) вихідними**.

339. Параметри системи, які характеризують стан процесу як результат сумарної дії вхідних параметрів, управляючих і збурюючих, називають:

а) вхідними, б) керівними, в) збурюючими, **г) вихідними**.

340. Параметри стану процесу у моделі системи називають:

а) вхідними, б) керівними, в) збурюючими, **г) вихідними**.

341. Аналітичне відображення цілей або завдань системи і необхідних правил оцінки їх виконання:

**а) цільова функція**, б) функціональна залежність, в) опис, г) подія.

342. Всяку зміну стану в системі називають:

а) цільова функція, б) функціональна залежність, в) опис, **г) подія**.

343. Пари подій, віднесені до різних моментів часу можна назвати:

**а) взаємодією елементів системи, б) взаємодією елементу системи і середовища**, в) допустимими станами, г) значеннями цільової функції.



344. Розділення моделі системи на блоки є:

**а) можливим, б) однозначним, в) неоднозначним, г) неможливим.**

345. Основна мета розбиття повної системи на елементи, блоки і підсистеми –це:

а) побудова ієрархічного набору співвідношень між характеристиками системи, б) побудова десипативного набору співвідношень між характеристиками системи, в) побудова агломеративного набору співвідношень між характеристиками системи, **г) побудова обмеженого набору співвідношень між характеристиками системи**

346. Дію, представлену деяким набором характеристик моделі системи, називають:

**а) сигналом, б) моделюванням, в) ієрархією, г) випадковістю.**

347. Помилки через скінченне число реалізацій на моделі системи називають:

**а) випадковими, б) детермінованими, в) системними, г) модельними.**

348. Помилки обумовлені неточностями структурного опису елементарних процесів називають:

**а) випадковими, б) детермінованими, в) системними, г) модельними.**

349. Моделювання внутрішнього механізму блоку системи відповідає:

**а) структурному підходу, б) функціональному підходу, в) блочному підходу, г) модельному підходу.**

350. Моделювання функції блоку системи відповідає:

а) структурному підходу, **б) функціональному підходу, в) блочному підходу, г) модельному підходу.**

351. Вимога, щоб сумарна помилка оцінки вихідних показників системи не перевершувала деяких наперед заданих величин є:

**а) кінцевою метою моделювання системи, б) компромісом співвідношення між випадковими і детермінованими помилками, в) ускладненням моделюючих алгоритмів, г) збільшенням випадкових помилок в отримуваних оцінках.**

352. Процес мінімізації складності моделі системи:

а) флуктуація, **б) декомпозиція**, в) синергізм, г) інтеграція.

353. Процедуру розчленовування підсистем продовжують до отримання можливостей:

**а) безпосереднього математичного опису**, б) процедур машинної імітації, в) необхідного рівня деталізації опису моделі, г) розділяти її функції на логічні підфункції з вищим рівнем деталізації.

354. Представлення досліджуваного об'єкту у вигляді багаторівневої конструкції з елементів зазвичай називають:

а) флуктуацією, б) декомпозицією, в) синергізмом, **а) структуризацією**.

355. Інформацію про співвідносність і зв'язки елементів моделі графічно здійснюють з допомогою :

а) блоку, **б) графу**, в) функції, г) взаємодій.

356. Точка, в якій з'єднуються елементи графа називають:

а) піделементом, б) підсистемою, в) ребром, **г) вузлом**.

357. Будь-яка сукупність елементів даної системи може розглядатися як:

а) піделемент, **б) підсистема**, в) ребро, г) вузол.

358. Загальна ідея моделі системи відображується у вигляді:

**а) логічної структурної схеми**, б) сукупності стандартних блоків-модулів, в) вузлів, г) ребер.

## Варіанти індивідуальних завдань

### Завдання №1

Охарактеризувати **уставку** вибраної системи згідно Вашого варіанту. Характеристику провести по: а) реальності існування (відсутності), б) вірогідності (частоті) настання, в) передбачуваності часу настання (історичного періоду), д) передбачуваності території настання (етносу), е) величині збитку (прибутку). Навести конкретні приклади із посиланнями на джерела.

1	Одруження в 16-18 років	Смерть в 10-13 років	Можливість високого заробітку в 23-26 років	Тюрма в 80-100 років
2	Одруження в 19-22 років	Смерть в 70-80 років	Можливість високого заробітку в 30-40 років	Тюрма в 16-18 років
3	Одруження в 23-26 років	Смерть в 5-10 років	Можливість високого заробітку в 40-50 років	Тюрма в 19-22 років
4	Одруження в 30-40 років	Смерть в 80-100 років	Можливість високого заробітку в 16-18 років	Тюрма в 23-26 років
5	Одруження в 40-50 років	Смерть в 16-18 років	Можливість високого заробітку в 27-30 років	Тюрма в 30-40 років
6	Одруження в 11-13 років	Смерть в 19-22 років	Можливість високого заробітку в 50-60 років	Тюрма в 40-50 років
7	Одруження в 27-30 років	Смерть в 23-26 років	Можливість високого заробітку в 60-70 років	Тюрма в 16-18 років
8	Одруження в 50-60 років	Смерть я в 30-40 років	Можливість високого заробітку в 14-16 років	Тюрма в 27-30 років
9	Одруження в 60-70 років	Смерть в 40-50 років	Можливість високого заробітку в 10-13 років	Тюрма в 50-60 років
10	Одруження в 14-16 років	Смерть в 16-18 років	Можливість високого заробітку в 70-80 років	Тюрма в 60-70 років
11	Одруження в 10-13 років	Смерть в 27-30 років	Можливість високого заробітку в 5-10 років	Тюрма в 14-16 років
12	Одруження в 70-80 років	Смерть в 50-60 років	Можливість високого заробітку в 80-100 років	Тюрма в 10-13 років
13	Одруження в 5-10 років	Смерть в 60-70 років	Можливість високого заробітку в 16-18 років	Тюрма в 70-80 років
14	Одруження в 80-100 років	Смерть в 14-16 років	Можливість високого заробітку в 19-22 років	Тюрма в 5-10 років

## Завдання №2.

А. Скласти модель чорного ящика. Знайти чисельний розв'язок проблеми.

1. Із заданих чотирьох звітних даних перші три відносяться між собою як  $1/5:1/3:1/20$ , а четверте складає 15% другого числа. Знайти ці числа, якщо відомо, що друге число на 8 більше від суми інших.
2. Скільки кілограмів води потрібно випарувати з 0,5 т целюлозної маси, що містить 85% води, щоб одержати масу з вмістом 75% води?
3. У двох бідонах міститься 70 л молока. Якщо з першого бідона перелити в другий 12,5% молока, що знаходиться у першому бідоні, то в обох бідонах буде порівну. Скільки літрів молока у кожному бідоні?
4. Дві бригади, працюючи одночасно, обробили ділянку землі за 12 годин. За скільки часу могла б обробити цю ділянку кожна з бригад окремо, якщо швидкість виконання роботи бригадами відноситься як 3:2?
5. Сума цифр двохзначного числа дорівнює 12. Якщо до шуканого числа додати 36, то одержане число запишеться тими ж цифрами, але у зворотньому порядку. Знайти число.
6. Тракторист зорав три ділянки землі. Площа першої дорівнює  $2/5$  площі всіх трьох ділянок, а площа другої відноситься до площі третьої як  $3/2:4/3$ . Скільки гектарів було в усіх трьох ділянках, якщо у третій було на 16 га менше, ніж у першій?
7. Ціну товару спочатку знизили на 20%, а потім нову ціну знизили ще на 15% і, на кінець після перерахунку знизили ще на 10%. На скільки процентів всього знизили початкову ціну товару?
8. Морська вода містить 5% солі по масі. Скільки прісної води потрібно додати до 30 кг морської, щоб концентрація солі складала 1,5%?
9. У бібліотеці є книги на англійській, французькій та німецькій мовах. Англійські книги складають 36% всіх книг на іноземних мовах, французькі – 75% англійських, а інші 185 книг – німецькі. Скільки книг на іноземних мовах в бібліотеці?
10. Насос може викачати з басейну  $2/3$  води за 7,5 хвилин. Пропрацювавши 0,15 год., насос зупинився. Знайти вміст басейну, якщо після зупинки насосу в басейні ще залишилось  $25 \text{ м}^3$  води.

11. Внаслідок реконструкції обладнання продуктивність праці робітника підвищувалась двічі протягом року на одне й те ж число процентів. На скільки процентів зростала кожного разу продуктивність праці, якщо за один і той же час робітник раніше виробляв виробів на 25 грн., а тепер на 28 грн. 09 коп.?
12. Робочий день зменшився з 8 до 7 год. На скільки процентів потрібно підвищити продуктивність праці, щоб при тих самих розцінках заробітна плата зросла на 5%?
13. В січні завод виконав 105% місячного плану випуску готової продукції, а в лютому дав продукції на 4% більше, ніж у січні. На скільки процентів завод перевиконав двохмісячний план випуску продукції?
14. Турист проїхав відстань між двома містами за 3 дні. В перший день він проїхав  $\frac{1}{5}$  всього шляху і ще 60 км, другого дня  $\frac{1}{4}$  всього шляху і ще 20 км, а третього дня  $\frac{23}{80}$  всього шляху і 25 км, які залишились. Знайти відстань між містами.

Б. Скласти модель чорного ящика. Розв'язати задачу засобами Mathcad. Виконати рисунок до розв'язання, пояснення до задачі помістити в Mathcad-документ.

1. В прямокутному трикутнику точка дотику вписаного кола ділить гіпотенузу на відрізки довжиною 5 і 12 см. Знайти катети трикутника.
2. Знайти діагональ та бічну сторону рівнобедреної трапеції з основами 20 і 12 см, якщо відомо, що центр описаного кола лежить на великій основі трапеції.
3. В рівнобедреній трапеції дано основи  $a=21$  см,  $b=9$  см та висота  $h=8$  см. Знайти радіус описаного круга.
4. Висота ромба, проведена з вершини тупого кута, ділить його сторону на відрізки довжиною  $m$  та  $n$  ( $m$  рахувати від вершини гострого кута). Визначити діагоналі ромба.
5. В прямокутний трикутник з катетами  $a$  і  $b$  вписано квадрат, що має з трикутником спільний прямий кут. Знайти периметр квадрата.
6. Два кола радіусами  $R=3$  см і  $r=1$  см дотикаються ззовні. Знайти відстань від точки дотику кіл до їх спільних дотичних.
7. Навколо кола з діаметром 15 см описана рівнобедренна трапеція з боковою стороною, що дорівнює 17 см. знайти основи трапеції.

8. В рівнобедренному трикутнику з бічною стороною 4 см проведена медіана бічної сторони. Знайти основу трикутника, якщо медіана дорівнює 3 см.
9. В рівнобедренному трикутнику основа дорівнює 16 см, а бічна сторона 10 см. Знайти радіуси вписаного та описаного кіл та відстань між їх центрами.
10. Кожна сторона правильного трикутника поділена на 3 рівні частини, і відповідні точки поділу, рахуючи в одному напрямі, з'єднані між собою. В одержаний правильний трикутник вписано коло радіусом  $r=6$  см. Визначити сторони трикутників.
11. Основа рівнобедренного трикутника дорівнює  $4\sqrt{2}$  см, а медіана бічної сторони 5 см. Знайти довжини бічних сторін.
12. З точки  $A$ , що не лежить на колі, проведено до кола дотичну та січну. Відстань від точки  $A$  до точки дотику дорівнює 16 см, а до однієї з точок перетину січної з колом дорівнює 32 см. Знайти радіус кола, якщо січна віддалена від його центра на 5 см.
13. Задано трикутник зі сторонами 12, 15 та 18 см. Проведене коло дотикається до двох менших сторін, а центр його знаходиться на більшій стороні. Знайти відрізки на які центр кола ділить більшу сторону трикутника.
14. Хорда кола дорівнює 10 см. Через один кінець хорди проведено дотичну до кола, а через другий - січна, паралельна до дотичної. Визначити радіус кола, якщо внутрішній відрізок січної дорівнює 12 см.

### Завдання №3

На аналізатор-інформатор СФО-1 зовні поступає сигнал А, а на СФО-2 сигнал Б. Знайти імовірність позитивного розв'язання ситуацій А та Б:

№	А	Б
1	В ящику знаходяться 12 деталей, серед яких лише 8 придатних. Контролер бере навмання 3 деталі. Потрібно, щоб хоча б 2 із них були придатними.	Абонент забув 3 останні цифри номера телефону свого друга. У нього є можливість телефонувати лише 2 рази, а додзвонитись дуже треба.
2	При киданні 2 гральних костей випало 5 і 6.	При киданні 2 гральних костей випало дві 5.
3	В упаковці міститься 10 виробів. Із них 3 браковані. Для контролю беруть 2 виробу. Серед них не повинно бути жодного браку.	В цеху працює 7 мужчин і 7 жінок. Для корпоративної вечірки офіційна особа вибирає навмання 7 працівників із списку. Потрібно, щоб жінок серед обраних було 4.
4	У групі 14 студентів, серед яких 3 спортсмени. Навмання викликають 4 із них. Серед викликаних – жодного спортсмена.	У партії із 16 чіпів є 2 бракованих. Для тестування взяли 2 із них. Розглянути ситуацію, коли обидва – браковані.
5	У папці із 20 файлами є один розшукуваний. Студент має час на відкриття лише 5 файлів. Потрібний файл він знайшов.	Одночасно кидають 2 гральні кості. Потрібно, щоб сума очок на них виявилась рівною 6.
6	Кидають 3 однакові російські монети, при цьому 2 рази підряд випадає 3 орла.	Кидають 3 однакові американські монети, при цьому 3 рази підряд випадає 2 «face».
7	Перший навмання зустрінутий автомобіль має номер без однакових цифр.	Перший прийнятий виклик на телефон не містить цифри 5.
8	У ліфт 8-поверхового будинку сіло 6 людей. Усі вони вийшли на різних поверхах.	У ліфт 8-поверхового будинку сіло 6 людей. Усі вони вийшли на одому поверсі.
9	Із 50 екзаменаційних запитань студент підготував лише 48. У білеті – 2 запитання і усі їх студент знав.	Серед 20 присутніх на вечірці студент не знайомий із половиною. Сусіди за столом зліва і справа виявились знайомими.
10	У навмання взятих із пачки пожованих купюр дві останні цифри – однакові.	У навмання взятих із пачки новеньких купюр дві останні цифри – однакові.
11	Остання цифра квадрата навмання взятого числа немає цифри 5.	Остання цифра квадрата навмання взятого числа немає цифри 0.
12	Із колоди карт (36 шт.) навмання витягли десятку і туз.	Із колоди карт (36 шт.) навмання витягли дві десятки однієї масті.
13	У групі 16 студентів, серед яких 4 відмінники. По списку навмання викликали 5 студентів. Потрібно, щоб серед них було хоча б 3 відмінники.	Шість різних книжок кладуть на полицю навмання. Дві книги найменшого об'єму повинні бути поруч.
14	За круглим столом 2 знайомих із 8 співбесідників виявились поруч.	У черзі із 8 покупців 2 знайомих виявились поруч.

### Завдання №4

1. Задано матрицю двох розподілів випадкової величини  $A^0$ . Визначити ентропію кожного з розподілів та зробити висновок про міру інформації при переході від  $A^1$  до  $A^2$ . Обчислити статистичні характеристики переважного розподілу.

$$1. \quad A = \begin{pmatrix} 10.02 & 13 & 7.19 & 7.95 & 9.84 & 10.46 \\ 0.25 & 0.4 & 0.25 & 0.08 & 0.01 & 7.96 \times 10^{-4} \\ 0.02 & 0.12 & 0.28 & 0.33 & 0.2 & 0.05 \end{pmatrix}, \quad 2. \quad A = \begin{pmatrix} 9.57 & 10.28 & 14.91 & 11.28 & 15.48 & 12.52 \\ 0.25 & 0.4 & 0.25 & 0.08 & 0.01 & 7.96 \times 10^{-4} \\ 0.02 & 0.12 & 0.28 & 0.33 & 0.2 & 0.05 \end{pmatrix},$$

$$3. \quad A = \begin{pmatrix} 4.39 & 11.16 & 11.31 & 5.81 & 10.73 & 8.7 \\ 0.27 & 0.4 & 0.24 & 0.07 & 0.01 & 6.44 \times 10^{-4} \\ 0.02 & 0.13 & 0.29 & 0.33 & 0.19 & 0.04 \end{pmatrix}, \quad 4. \quad A = \begin{pmatrix} 7.45 & 3.78 & 7.35 & 12.97 & 8.28 & 17.85 \\ 0.29 & 0.41 & 0.23 & 0.06 & 9.14 \times 10^{-3} & 5.15 \times 10^{-4} \\ 0.03 & 0.14 & 0.3 & 0.32 & 0.18 & 0.04 \end{pmatrix},$$

$$5. \quad A = \begin{pmatrix} 11.31 & 5.34 & 3.03 & 5.44 & 11.8 & 12.35 \\ 0.31 & 0.41 & 0.22 & 0.06 & 7.68 \times 10^{-3} & 4.08 \times 10^{-4} \\ 0.03 & 0.15 & 0.31 & 0.32 & 0.17 & 0.03 \end{pmatrix}, \quad 6. \quad A = \begin{pmatrix} 11.81 & 8.98 & 8.9 & 6.27 & 13.62 & 5.65 \\ 0.29 & 0.41 & 0.23 & 0.06 & 9.14 \times 10^{-3} & 5.15 \times 10^{-4} \\ 0.03 & 0.14 & 0.3 & 0.32 & 0.18 & 0.04 \end{pmatrix},$$

$$7. \quad A = \begin{pmatrix} 5.01 & 5.54 & 11.59 & 11.65 & 8.96 & 8.66 \\ 0.27 & 0.4 & 0.24 & 0.07 & 0.01 & 6.44 \times 10^{-4} \\ 0.02 & 0.13 & 0.29 & 0.33 & 0.19 & 0.04 \end{pmatrix}, \quad 8. \quad A = \begin{pmatrix} 12.54 & 2.27 & 13.54 & 10.76 & 11.43 & 4.92 \\ 0.25 & 0.4 & 0.25 & 0.08 & 0.01 & 7.96 \times 10^{-4} \\ 0.02 & 0.12 & 0.28 & 0.33 & 0.2 & 0.05 \end{pmatrix},$$

$$9. \quad A = \begin{pmatrix} 8.48 & 11.66 & 4.7 & 9.1 & 13.7 & 8.96 \\ 0.24 & 0.4 & 0.26 & 0.09 & 0.01 & 9.77 \times 10^{-4} \\ 0.02 & 0.11 & 0.28 & 0.34 & 0.21 & 0.05 \end{pmatrix}, \quad 10. \quad A = \begin{pmatrix} 10.76 & 9.7 & 7.62 & 11.81 & 11.96 & 8.51 \\ 0.25 & 0.4 & 0.25 & 0.08 & 0.01 & 7.96 \times 10^{-4} \\ 0.02 & 0.12 & 0.28 & 0.33 & 0.2 & 0.05 \end{pmatrix},$$

$$11. \quad A = \begin{pmatrix} 10.64 & 9.99 & 9.36 & 9.31 & 4.83 & 12.68 \\ 0.27 & 0.4 & 0.24 & 0.07 & 0.01 & 6.44 \times 10^{-4} \\ 0.02 & 0.13 & 0.29 & 0.33 & 0.19 & 0.04 \end{pmatrix}, \quad 12. \quad A = \begin{pmatrix} 9.25 & 11.92 & 9.69 & 10.75 & 14.23 & 10.48 \\ 0.29 & 0.41 & 0.23 & 0.06 & 9.14 \times 10^{-3} & 5.15 \times 10^{-4} \\ 0.03 & 0.14 & 0.3 & 0.32 & 0.18 & 0.04 \end{pmatrix},$$

$$13. \quad A = \begin{pmatrix} 7.76 & 12.4 & 10.57 & 13.3 & 6.33 & 16.4 \\ 0.31 & 0.41 & 0.22 & 0.06 & 7.68 \times 10^{-3} & 4.08 \times 10^{-4} \\ 0.03 & 0.15 & 0.31 & 0.32 & 0.17 & 0.03 \end{pmatrix}, \quad 14. \quad A = \begin{pmatrix} 3.42 & 13.39 & 10.69 & 13.4 & 6.48 & 14.8 \\ 0.27 & 0.4 & 0.24 & 0.07 & 0.01 & 6.44 \times 10^{-4} \\ 0.02 & 0.11 & 0.28 & 0.34 & 0.21 & 0.05 \end{pmatrix},$$



$$\begin{array}{ll}
17. \quad A = \begin{pmatrix} 4.55 & 11.56 & 10.01 & 9.42 & 12.24 & 10.25 \\ 0.25 & 0.4 & 0.25 & 0.08 & 0.01 & 7.96 \times 10^{-4} \\ 0.02 & 0.12 & 0.28 & 0.33 & 0.2 & 0.05 \end{pmatrix} & 18. \quad A = \begin{pmatrix} 9.79 & 8.59 & 8.79 & 9.85 & 7.76 & 8.95 \\ 0.27 & 0.4 & 0.24 & 0.07 & 0.01 & 6.44 \times 10^{-4} \\ 0.02 & 0.13 & 0.29 & 0.33 & 0.19 & 0.04 \end{pmatrix} \\
19. \quad A = \begin{pmatrix} 7.91 & 13.37 & 13.72 & 10.86 & 5.18 & 5.56 \\ 0.29 & 0.41 & 0.23 & 0.06 & 9.14 \times 10^{-3} & 5.15 \times 10^{-4} \\ 0.03 & 0.14 & 0.3 & 0.32 & 0.18 & 0.04 \end{pmatrix} & 20. \quad A = \begin{pmatrix} 11.6 & 4.29 & 11.79 & 7.13 & 13.52 & 8.91 \\ 0.24 & 0.4 & 0.26 & 0.09 & 0.01 & 9.77 \times 10^{-4} \\ 0.02 & 0.11 & 0.28 & 0.34 & 0.21 & 0.05 \end{pmatrix} \\
21. \quad A = \begin{pmatrix} 5.93 & 8.76 & 12.07 & 10 & 8.91 & 6.57 \\ 0.22 & 0.39 & 0.27 & 0.1 & 0.02 & 1.19 \times 10^{-3} \\ 0.02 & 0.1 & 0.27 & 0.34 & 0.22 & 0.06 \end{pmatrix} & 22. \quad A = \begin{pmatrix} 9.71 & 16.61 & 9.08 & 5.41 & 14.21 & 9.51 \\ 0.33 & 0.41 & 0.2 & 0.05 & 6.4 \times 10^{-3} & 3.2 \times 10^{-4} \\ 0.02 & 0.12 & 0.28 & 0.33 & 0.2 & 0.05 \end{pmatrix} \\
23. \quad A = \begin{pmatrix} 10.39 & 7.88 & 11.31 & 8.93 & 13.7 & 9.59 \\ 0.22 & 0.39 & 0.27 & 0.1 & 0.02 & 1.19 \times 10^{-3} \\ 0.02 & 0.12 & 0.28 & 0.34 & 0.2 & 0.05 \end{pmatrix} & 24. \quad A = \begin{pmatrix} 10.45 & 11.86 & 9.17 & 8.95 & 10.34 & 14.13 \\ 0.21 & 0.39 & 0.28 & 0.1 & 0.02 & 1.31 \times 10^{-3} \\ 0.02 & 0.13 & 0.29 & 0.33 & 0.19 & 0.04 \end{pmatrix}
\end{array}$$

### Завдання №5

Побудуйте графи за даними матрицями інциденцій. Знайти найдовший та найкоротший шляхи вирішення проблеми згідно графів, прийнявши до уваги, що кардинальна (початкова) проблема відповідає верхній лівій точці графу, а кінцева – нижній правій точці.

$$\begin{array}{lll}
1. \quad a = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} & 2. \quad a = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix} & 3. \quad a = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix} \\
4. \quad a = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} & 5. \quad a = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} & 6. \quad a = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}
\end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
7. \quad a = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} & 8. \quad a = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} & 9. \quad a = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \\
10. \quad a = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix} & 11. \quad a = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} & 12. \quad a = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \\
13. \quad a = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} & 14. \quad a = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix} & 15. \quad a = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}
\end{array}$$

### Завдання №6

Скласти оптимальний маршрут серед 5-ти можливих між вказаними пунктами Тернопільської області, не зачіпаючи Тернопіль, і використовуючи принцип мінімізації витрат. Вибрати та обґрунтувати вагові коефіцієнти для кожної ділянки маршрутів.

1. Шумськ - Бережани	2. Кременець - Мельниця Под..
3. Залізці – Микулинці	4. Почаїв – Копичинці
5. Зборів – Борщів	6. Бережани – Буданів
7. Підволочиськ – Козова	8. Підгайці – Ланівці
9. Зол. Потік – Збараж	10. Ів. Пусте – Козлів
11. Новосілка – Хоростків	12. Завалів – Гримайлів
13. Гусятин – Вишнівець	14. Монастирська – Вел. Бірки
15. Бучач – Ігровиця	16. Збараж – Коропець
17. Заліщики – Глубочок	18. Скала Под. – Козова
19. Товсте – Струсів	20. Гусятин – Матвіївці

21. Буданів - Кременець	22. Мишковичі - Вишневець
23. Гримайлів – Товстолуг	24. Копичинці – Глубочок
25. Шумськ – Монастириська	26. Борщів - Козлів

### Завдання №7

Впорядкувати набір міроприємств ( не менше 50 ) акції "ремонт своєї квартири", склавши легенду та використавши методи матриці переважань. Вказати паспортні дані.

### Завдання №8

На основі отриманих матриць експертних оцінок 4-х претендентів на запропоновану посаду що до 5-ти необхідних якостей. Встановити вагові коефіцієнти якостей та прийняти рішення про оптимальне призначення на посаду.

$$\begin{array}{cccc}
 1. \quad x = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 6 & 9 \\ 3 & 3 & 10 & 1 \\ 5 & 1 & 3 & 3 \\ 3 & 0 & 6 & 6 \\ 4 & 8 & 9 & 5 \end{pmatrix} &
 2. \quad x = \begin{pmatrix} 10 & 8 & 8 & 3 \\ 0 & 2 & 2 & 3 \\ 7 & 0 & 6 & 3 \\ 11 & 6 & 6 & 3 \\ 8 & 9 & 2 & 5 \end{pmatrix} &
 3. \quad x = \begin{pmatrix} 3 & 0 & 0 & 2 \\ 4 & 5 & 0 & 1 \\ 8 & 6 & 12 & 0 \\ 5 & 9 & 7 & 1 \\ 11 & 6 & 4 & 8 \end{pmatrix} &
 4. \quad x = \begin{pmatrix} 7 & 5 & 4 & 0 \\ 7 & 4 & 5 & 5 \\ 1 & 3 & 6 & 10 \\ 3 & 6 & 2 & 2 \\ 9 & 6 & 4 & 7 \end{pmatrix} \\
 5. \quad x = \begin{pmatrix} 4 & 0 & 3 & 7 \\ 1 & 2 & 7 & 0 \\ 7 & 1 & 7 & 4 \\ 5 & 3 & 4 & 0 \\ 2 & 1 & 0 & 2 \end{pmatrix} &
 6. \quad x = \begin{pmatrix} 3 & 3 & 2 & 4 \\ 4 & 1 & 4 & 0 \\ 5 & 3 & 3 & 5 \\ 8 & 4 & 1 & 6 \\ 3 & 4 & 4 & 0 \end{pmatrix} &
 7. \quad x = \begin{pmatrix} 1 & 4 & 4 & 5 \\ 2 & 4 & 2 & 3 \\ 7 & 5 & 5 & 5 \\ 8 & 4 & 2 & 2 \\ 2 & 3 & 3 & 4 \end{pmatrix} &
 8. \quad x = \begin{pmatrix} 4 & 8 & 0 & 0 \\ 5 & 9 & 3 & 4 \\ 10 & 0 & 4 & 6 \\ 4 & 8 & 6 & 7 \\ 3 & 1 & 4 & 9 \end{pmatrix} \\
 9. \quad x = \begin{pmatrix} 3 & 3 & 2 & 1 \\ 5 & 0 & 9 & 7 \\ 1 & 0 & 6 & 1 \\ 0 & 5 & 8 & 4 \\ 9 & 6 & 6 & 4 \end{pmatrix} &
 10. \quad x = \begin{pmatrix} 2 & 7 & 8 & 5 \\ 0 & 4 & 4 & 3 \\ 6 & 3 & 4 & 6 \\ 6 & 0 & 8 & 2 \\ 4 & 2 & 5 & 2 \end{pmatrix} &
 11. \quad x = \begin{pmatrix} 7 & 6 & 1 & 4 \\ 0 & 7 & 7 & 6 \\ 3 & 2 & 5 & 9 \\ 3 & 1 & 6 & 0 \\ 4 & 3 & 8 & 3 \end{pmatrix} &
 12. \quad x = \begin{pmatrix} 5 & 3 & 1 & 0 \\ 4 & 3 & 3 & 1 \\ 5 & 9 & 0 & 6 \\ 7 & 2 & 8 & 6 \\ 5 & 3 & 1 & 3 \end{pmatrix}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{cccc}
13. \quad x = \begin{pmatrix} 2 & 0 & 5 & 9 \\ 5 & 7 & 8 & 0 \\ 0 & 0 & 5 & 5 \\ 5 & 0 & 7 & 3 \\ 2 & 11 & 3 & 6 \end{pmatrix} &
14. \quad x = \begin{pmatrix} 8 & 9 & 4 & 4 \\ 4 & 5 & 3 & 4 \\ 8 & 5 & 8 & 6 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 11 & 1 & 7 & 3 \end{pmatrix} &
15. \quad x = \begin{pmatrix} 5 & 0 & 8 & 4 \\ 3 & 7 & 7 & 8 \\ 6 & 3 & 8 & 3 \\ 0 & 9 & 4 & 3 \\ 8 & 2 & 8 & 1 \end{pmatrix} &
16. \quad x = \begin{pmatrix} 0 & 5 & 3 & 7 \\ 7 & 0 & 4 & 5 \\ 5 & 0 & 2 & 0 \\ 7 & 4 & 0 & 4 \\ 5 & 0 & 6 & 6 \end{pmatrix} \\
17. \quad x = \begin{pmatrix} 9 & 6 & 5 & 6 \\ 5 & 0 & 1 & 4 \\ 3 & 6 & 4 & 2 \\ 5 & 3 & 4 & 7 \\ 7 & 4 & 6 & 3 \end{pmatrix} &
18. \quad x = \begin{pmatrix} 10 & 2 & 6 & 4 \\ 0 & 6 & 4 & 4 \\ 9 & 5 & 7 & 8 \\ 12 & 5 & 0 & 1 \\ 4 & 0 & 2 & 5 \end{pmatrix} &
19. \quad x = \begin{pmatrix} 0 & 7 & 8 & 3 \\ 7 & 2 & 8 & 3 \\ 6 & 5 & 2 & 2 \\ 9 & 6 & 4 & 0 \\ 8 & 5 & 6 & 4 \end{pmatrix} &
20. \quad x = \begin{pmatrix} 5 & 0 & 5 & 3 \\ 4 & 12 & 0 & 1 \\ 6 & 8 & 7 & 3 \\ 6 & 4 & 4 & 8 \\ 8 & 3 & 2 & 4 \end{pmatrix}
\end{array}$$

### Завдання №9

Використовуючи дані про початкові ймовірності стану динамічної системи – вектор початкового стану:  $A_0 = (0,2 - 1/k \quad 0,3 \quad 0,4 \quad 0,1 + 1/k)$ , що описується матрицею перехідних ймовірностей ланцюга Маркова. – номер вашого варіанту.

$$P := \begin{pmatrix} 0.1 & 0.5 - \frac{3}{k+5} & 0.1 & 0.3 + \frac{3}{k+5} \\ \frac{1}{k+4} & 0.4 & 0.4 & 0.2 - \frac{1}{k+1} \\ 0.1 & 0.1 & 0.2 & 0.6 \\ \frac{1}{2k} & 0.5 - \frac{1}{2 \cdot k} & 0.2 & 0.3 \end{pmatrix}$$

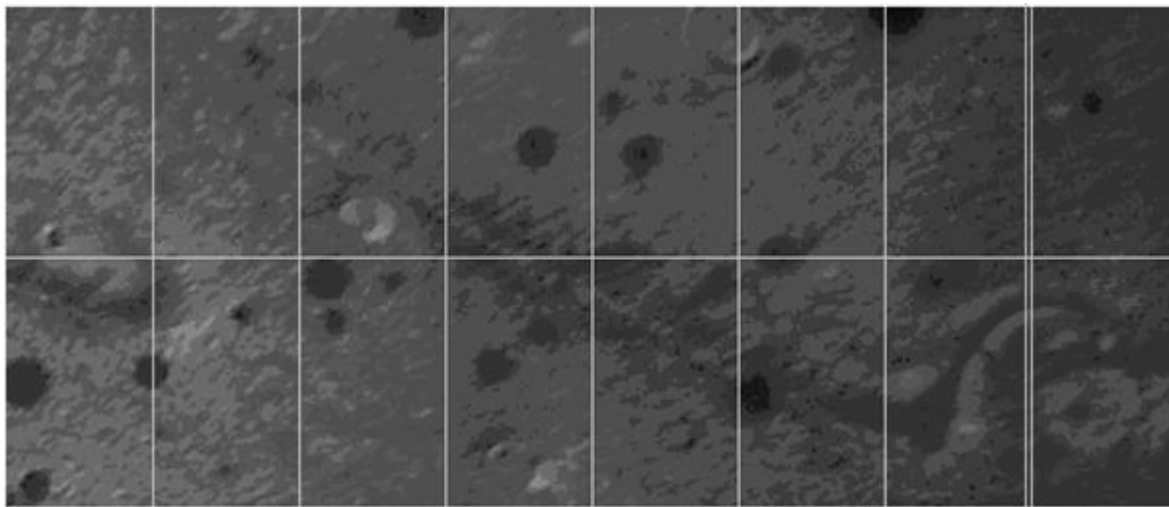
знайти ймовірності можливих станів на 4-му кроці процесу. Знайти вектор стабільного стану системи.

### Завдання №10

Провести аналіз макрозображення ділянки досліджуваної поверхні зразка (75\*128) точок засобами Маткад. Нумерацію ділянок проводити в європейських стандартах.

- 1) обчислити статистичні характеристики для перших 10-ти рядків вашої ділянки, як для випадкових процесів із часовоподібною змінною;
- 2) порівняти величину яскравостей сусідніх ділянок для фото відповідного варіанту, досліджуваної поверхні;
- 3) визначити векторне поле градієнтів яскравостей;

4) провести ідентифікацію кластерів мікроструктур.



### Завдання №11

На вхідний сигнал  $y(x)$  дискретна система дає відзив  $z(x)$  на проміжку зміни аргументу  $x$   $[t_0; t_0+4]$ . Знайти імпульсний відзив системи. Знайти відзив системи на сигнал  $Y(x)$ . Побудувати графіки.

Варіант	$y(x)$	$z(x)$	$t_0$	$Y(x)$
1	$e^{-x}$	$x$	1	$e^{3x}$
2	$\sin(2x)+1$	$3x$	1	$\cos(3x+6)$
3	$e^{-2x}$	$\sin(x/4)$	1	$e^{-x+1}$
4	$\cos(3x)$	$x^3$	1	$e^{-x} \sin(x)+1$
5	$e^{-3x}$	$x^2$	0	$e^{-x-1}$
6	$\sin(x+2)$	$x^2$	0	$\cos(x)$
7	$e^x$	$\cos(x/4)$	0	$e^{-x+2}$
8	$\cos(x)$	$\sin(x)$	0	$\sin(x+2)$
9	$e^{2t}$	$\cos(x)$	2	$e^x$
10	$\cos(3x+6)$	$e^{-x}$	2	$\cos(x/2)$
11	$e^{3t}$	$-x$	2	$x-10$
12	$e^x \cos(x)$	$-2x$	2	$\sin(x/2)$
13	$e^{-x+1}$	$x$	1	$2x$

<b>14</b>	$e^{-x} \sin(x)+1$	$3x$	1	$\sin(x)$
<b>15</b>	$e^{-x-1}$	$\sin(x/4)$	1	$e^{2x}$
<b>16</b>	$e^{-x} \cdot x$	$x^3$	1	$e^{-x}$
<b>17</b>	$e^{-x+2}$	$x^2$	0	$e-3x$
<b>18</b>	$\cos(x)$	$x^2$	0	$\cos(3x)$

### Завдання №12

Згідно аксіоматики гри „Життя” дослідити динаміку системи, заданої матрицею  $a$ . Використовуючи метрику Хеммінга, знайти відстань між початковим станом та станом на 8-му кроці.

$$a = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

1.

$$a = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

2.

$$a = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

3.

$$a = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

4.

$$a = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

5.

$$a = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

6.

$$a = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

7.

$$a = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

8.

$$a = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

9.

$$a = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

10.

$$a = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

11.

$$a = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

12.

$$a = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

13.

$$a = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

14.

$$a = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

15.

$$a = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

16.

$$a = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

17.

$$a = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

18.

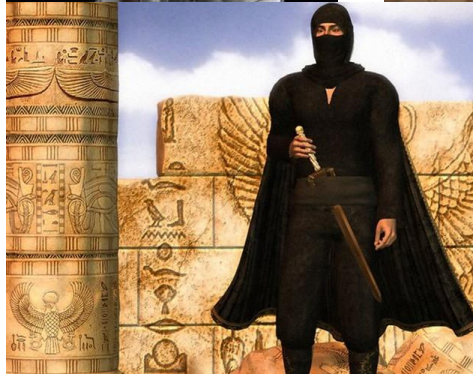
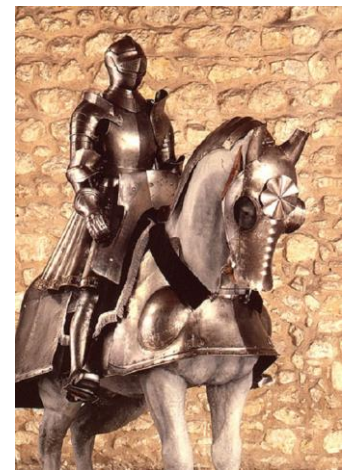
$$a = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

19.

$$a = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

20.

Завдання 13. Проранжувати об'єкти проілюстрованої **системи** згідно вибраного Вами критерію (описати). Дати назву системі (1 слово) а також кожному елементу (макс. 2 слова). Вказати лишній (позасистемний) елемент.



#1: 1, 2, 3, 4, 5



#2: 1, 2, 3, 4



#3: 1, 2, 3, 4





#4: 1, 2, 3, 4



#5: 1, 2, 3, 4



#6: 1, 2, 3, 4



#7: 1, 2, 3, 4





#8: 1, 2, 3, 4



#9: 1, 2, 3, 4



#10: 1, 2, 3, 4



#11: 1, 2, 3, 4





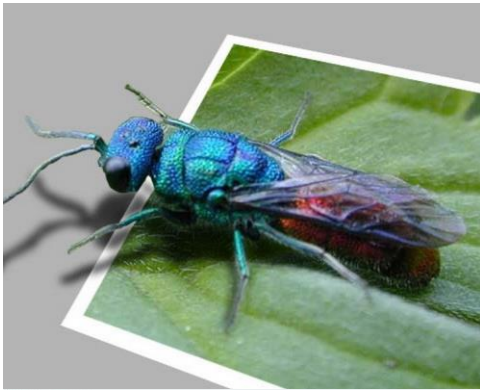
#12: 1, 2, 3, 4



#13: 1, 2, 3, 4



#14: 1, 2, 3, 4



#15: 1, 2, 3, 4





#16: 1, 2, 3, 4



#17: 1, 2, 3, 4





#18: 1, 2, 3, 4, 5, 6.

**Завдання 14.** Здійснити ідентифікацію та політичний прогноз об'єктів на 20-30 років вперед з моменту зйомки. Здійснити ранжування політичних об'єктів по а) духовній привабливості; б) іміджу; в) інтелекту.



1



2



3





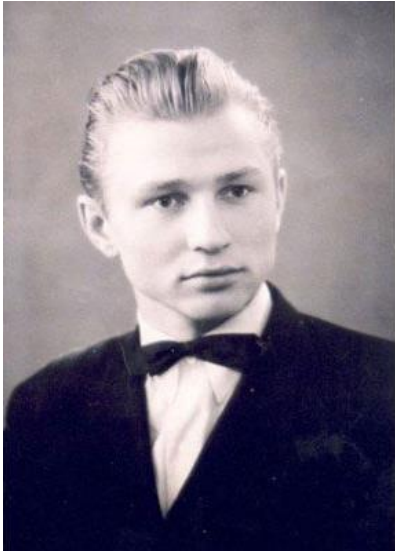
4



5



6



7



8



9



10



11



12



13



14



15



16



17



18

## Лістинги програм індивідуальних завдань

### Лістинг 1.

Формуємо модель - хмарку точок - міроприємств по двох факторах  $x$  та  $y$

```

i := 0..20   j := 0..20   n := 21
x1 := ceil(rnorm(n,5,1))  x2 := ceil((rnorm(n,10,2)))  x3 := ceil(rnorm(n,15,3))
α1 := 0.6           α2 := 0.1           α3 := 0.3

y1 := ceil(rnorm(n,5,y2 := ceil(rnorm(n,10,2)))
β1 := 0.8           β2 := 0.2
    
```

x1 =	<table border="1"><tr><td></td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>5</td></tr><tr><td>1</td><td>5</td></tr><tr><td>2</td><td>5</td></tr><tr><td>3</td><td>5</td></tr><tr><td>4</td><td>4</td></tr><tr><td>5</td><td>6</td></tr><tr><td>6</td><td>5</td></tr><tr><td>7</td><td>6</td></tr><tr><td>8</td><td>8</td></tr><tr><td>9</td><td>6</td></tr><tr><td>10</td><td>6</td></tr><tr><td>11</td><td>6</td></tr><tr><td>12</td><td>6</td></tr><tr><td>13</td><td>6</td></tr><tr><td>14</td><td>4</td></tr><tr><td>15</td><td>...</td></tr></table>		0	0	5	1	5	2	5	3	5	4	4	5	6	6	5	7	6	8	8	9	6	10	6	11	6	12	6	13	6	14	4	15	...
	0																																		
0	5																																		
1	5																																		
2	5																																		
3	5																																		
4	4																																		
5	6																																		
6	5																																		
7	6																																		
8	8																																		
9	6																																		
10	6																																		
11	6																																		
12	6																																		
13	6																																		
14	4																																		
15	...																																		

x2 =	<table border="1"><tr><td></td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>9</td></tr><tr><td>1</td><td>11</td></tr><tr><td>2</td><td>10</td></tr><tr><td>3</td><td>9</td></tr><tr><td>4</td><td>15</td></tr><tr><td>5</td><td>8</td></tr><tr><td>6</td><td>7</td></tr><tr><td>7</td><td>11</td></tr><tr><td>8</td><td>8</td></tr><tr><td>9</td><td>10</td></tr><tr><td>10</td><td>12</td></tr><tr><td>11</td><td>9</td></tr><tr><td>12</td><td>9</td></tr><tr><td>13</td><td>9</td></tr><tr><td>14</td><td>13</td></tr><tr><td>15</td><td>...</td></tr></table>		0	0	9	1	11	2	10	3	9	4	15	5	8	6	7	7	11	8	8	9	10	10	12	11	9	12	9	13	9	14	13	15	...
	0																																		
0	9																																		
1	11																																		
2	10																																		
3	9																																		
4	15																																		
5	8																																		
6	7																																		
7	11																																		
8	8																																		
9	10																																		
10	12																																		
11	9																																		
12	9																																		
13	9																																		
14	13																																		
15	...																																		

x3 =	<table border="1"><tr><td></td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>15</td></tr><tr><td>1</td><td>19</td></tr><tr><td>2</td><td>16</td></tr><tr><td>3</td><td>17</td></tr><tr><td>4</td><td>18</td></tr><tr><td>5</td><td>15</td></tr><tr><td>6</td><td>16</td></tr><tr><td>7</td><td>16</td></tr><tr><td>8</td><td>17</td></tr><tr><td>9</td><td>14</td></tr><tr><td>10</td><td>13</td></tr><tr><td>11</td><td>25</td></tr><tr><td>12</td><td>15</td></tr><tr><td>13</td><td>12</td></tr><tr><td>14</td><td>18</td></tr><tr><td>15</td><td>...</td></tr></table>		0	0	15	1	19	2	16	3	17	4	18	5	15	6	16	7	16	8	17	9	14	10	13	11	25	12	15	13	12	14	18	15	...
	0																																		
0	15																																		
1	19																																		
2	16																																		
3	17																																		
4	18																																		
5	15																																		
6	16																																		
7	16																																		
8	17																																		
9	14																																		
10	13																																		
11	25																																		
12	15																																		
13	12																																		
14	18																																		
15	...																																		

y1 =	<table border="1"><tr><td></td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>6</td></tr><tr><td>1</td><td>6</td></tr><tr><td>2</td><td>5</td></tr><tr><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td>4</td><td>7</td></tr><tr><td>5</td><td>6</td></tr><tr><td>6</td><td>4</td></tr><tr><td>7</td><td>6</td></tr><tr><td>8</td><td>7</td></tr><tr><td>9</td><td>5</td></tr><tr><td>10</td><td>3</td></tr><tr><td>11</td><td>4</td></tr><tr><td>12</td><td>4</td></tr><tr><td>13</td><td>5</td></tr><tr><td>14</td><td>6</td></tr><tr><td>15</td><td>...</td></tr></table>		0	0	6	1	6	2	5	3	4	4	7	5	6	6	4	7	6	8	7	9	5	10	3	11	4	12	4	13	5	14	6	15	...
	0																																		
0	6																																		
1	6																																		
2	5																																		
3	4																																		
4	7																																		
5	6																																		
6	4																																		
7	6																																		
8	7																																		
9	5																																		
10	3																																		
11	4																																		
12	4																																		
13	5																																		
14	6																																		
15	...																																		

y2 =	<table border="1"><tr><td></td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>8</td></tr><tr><td>1</td><td>8</td></tr><tr><td>2</td><td>10</td></tr><tr><td>3</td><td>8</td></tr><tr><td>4</td><td>5</td></tr><tr><td>5</td><td>13</td></tr><tr><td>6</td><td>12</td></tr><tr><td>7</td><td>11</td></tr><tr><td>8</td><td>8</td></tr><tr><td>9</td><td>9</td></tr><tr><td>10</td><td>9</td></tr><tr><td>11</td><td>11</td></tr><tr><td>12</td><td>10</td></tr><tr><td>13</td><td>13</td></tr><tr><td>14</td><td>8</td></tr><tr><td>15</td><td>...</td></tr></table>		0	0	8	1	8	2	10	3	8	4	5	5	13	6	12	7	11	8	8	9	9	10	9	11	11	12	10	13	13	14	8	15	...
	0																																		
0	8																																		
1	8																																		
2	10																																		
3	8																																		
4	5																																		
5	13																																		
6	12																																		
7	11																																		
8	8																																		
9	9																																		
10	9																																		
11	11																																		
12	10																																		
13	13																																		
14	8																																		
15	...																																		

$$x := \alpha_1 \cdot x_1 + \alpha_2 \cdot x_2 + \alpha_3 \cdot x_3$$

$$y := \beta_1 \cdot y_1 + \beta_2 \cdot y_2$$

x =	<table border="1"><tr><td></td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>8.4</td></tr><tr><td>1</td><td>9.8</td></tr><tr><td>2</td><td>8.8</td></tr><tr><td>3</td><td>9</td></tr><tr><td>4</td><td>9.3</td></tr><tr><td>5</td><td>8.9</td></tr><tr><td>6</td><td>8.5</td></tr><tr><td>7</td><td>9.5</td></tr><tr><td>8</td><td>10.7</td></tr><tr><td>9</td><td>8.8</td></tr><tr><td>10</td><td>8.7</td></tr><tr><td>11</td><td>12</td></tr><tr><td>12</td><td>...</td></tr></table>		0	0	8.4	1	9.8	2	8.8	3	9	4	9.3	5	8.9	6	8.5	7	9.5	8	10.7	9	8.8	10	8.7	11	12	12	...
	0																												
0	8.4																												
1	9.8																												
2	8.8																												
3	9																												
4	9.3																												
5	8.9																												
6	8.5																												
7	9.5																												
8	10.7																												
9	8.8																												
10	8.7																												
11	12																												
12	...																												

y =	<table border="1"><tr><td></td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>6.4</td></tr><tr><td>1</td><td>6.4</td></tr><tr><td>2</td><td>6</td></tr><tr><td>3</td><td>4.8</td></tr><tr><td>4</td><td>6.6</td></tr><tr><td>5</td><td>7.4</td></tr><tr><td>6</td><td>5.6</td></tr><tr><td>7</td><td>7</td></tr><tr><td>8</td><td>7.2</td></tr><tr><td>9</td><td>5.8</td></tr><tr><td>10</td><td>4.2</td></tr><tr><td>11</td><td>5.4</td></tr><tr><td>12</td><td>...</td></tr></table>		0	0	6.4	1	6.4	2	6	3	4.8	4	6.6	5	7.4	6	5.6	7	7	8	7.2	9	5.8	10	4.2	11	5.4	12	...
	0																												
0	6.4																												
1	6.4																												
2	6																												
3	4.8																												
4	6.6																												
5	7.4																												
6	5.6																												
7	7																												
8	7.2																												
9	5.8																												
10	4.2																												
11	5.4																												
12	...																												

$$mx := \min(x) \quad Mx := \max(x)$$

$$mx = 7.4 \quad Mx = 12$$

$$my := \min(y) \quad My := \max(y)$$

$$my = 4.2 \quad My = 7.6$$

$$cx := \frac{mx + Mx}{2} \quad cy := \frac{my + My}{2}$$

$$cx = 9.7 \quad cy = 5.9$$

$$t := mx, mx + 0.1.. Mx$$

$$s := my, my + 0.1.. My$$

Знаходимо відстані до умовного центра (cx, cy) по чотирьох квадрантах

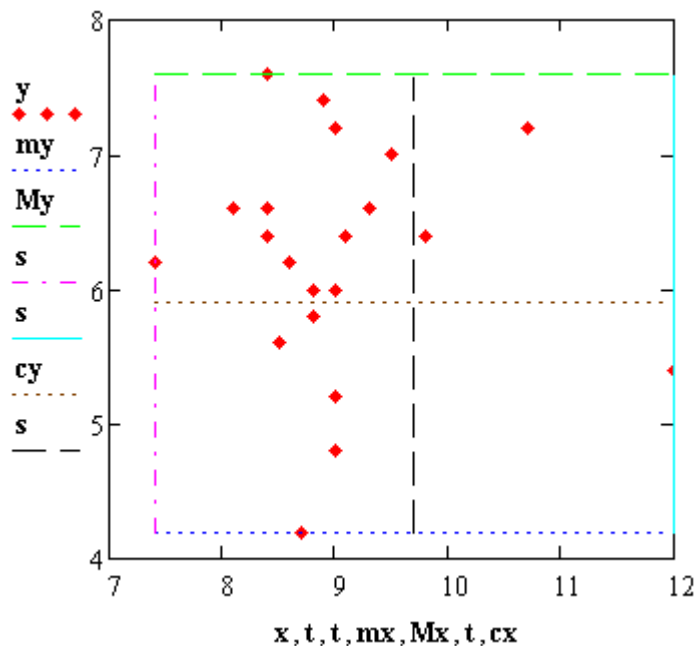
$$\gamma := 0.4$$

$$r1_i := \begin{cases} \sqrt{\gamma \cdot (x_i - cx)^2 + (1 - \gamma) \cdot (y_i - cy)^2} & \text{if } x_i > cx \wedge y_i > cy \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$r2_i := \begin{cases} \sqrt{\gamma \cdot (x_i - cx)^2 + (1 - \gamma) \cdot (y_i - cy)^2} & \text{if } x_i < cx \wedge y_i > cy \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$r3_i := \begin{cases} \sqrt{\gamma \cdot (x_i - cx)^2 + (1 - \gamma) \cdot (y_i - cy)^2} & \text{if } x_i > cx \wedge y_i < cy \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$r4_i := \begin{cases} \sqrt{\gamma \cdot (x_i - cx)^2 + (1 - \gamma) \cdot (y_i - cy)^2} & \text{if } x_i < cx \wedge y_i < cy \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$



$$k_i := i \quad l_j := j$$

$$r4 := \text{augment}(r4, r3 := \text{augment}(r3, r2 := \text{augment}(r2, r1 := \text{augment}(r1, k)$$

$$r4 := \text{csort}(r4, 0) \quad r3 := \text{csort}(r3, 0) \quad r2 := \text{csort}(r2, 0) \quad r1 := \text{csort}(r1, 0)$$

Номери точок-мікроприємств приведені у 4-х матрицях у зростаючому порядку відстаней окрім 4-го квадранту.

Для 4-го квадранту матриці переважань – порядок є зворотнім.

**r1 =**

	0	1
5	0	6
6	0	7
7	0	3
8	0	9
9	0	10
10	0	11
11	0	12
12	0	13
13	0	14
14	0	15
15	0	16
16	0	17
17	0	18
18	0	19
19	0.392	1
20	1.189	...

**r2 =**

	0	1
5	0	11
6	0	1
7	0	8
8	0.449	20
9	0.542	14
10	0.574	2
11	0.598	4
12	0.733	15
13	0.861	7
14	0.909	0
15	0.985	18
16	1.1	19
17	1.148	13
18	1.267	5
19	1.473	16
20	1.552	...

**r3 =**

	0	1
5	0	6
6	0	7
7	0	8
8	0	9
9	0	10
10	0	5
11	0	12
12	0	13
13	0	14
14	0	15
15	0	16
16	0	17
17	0	18
18	0	19
19	0	20
20	1.505	...

**r4 =**

	0	1
5	0	2
6	0	7
7	0	8
8	0	1
9	0	4
10	0	11
11	0	5
12	0	13
13	0	14
14	0	15
15	0	16
16	0.574	9
17	0.7	12
18	0.794	6
19	0.96	3
20	1.461	...

**відповідь**

порядок міроприємств: 8, 1,15,2,4, 20,7,0 18,19,5, 13,16,17, 11, 10, 3, 6, 12, 9.



## Лістинг 2.

Двом незалежним експертам доручено дослідити оцінки характеристики макіяжу очей: відсутність медичних зауважень у 20-ти бальній системі.



Отримали матрицю експертних оцінок

$$A = \begin{pmatrix} 5.93 & 8.76 & 12.07 & 10 & 8.91 & 6.57 \\ 0.22 & 0.39 & 0.27 & 0.1 & 0.02 & 1.19 \times 10^{-3} \\ 0.02 & 0.1 & 0.27 & 0.34 & 0.22 & 0.06 \end{pmatrix}$$

Використовуючи програму Маткад, обчислюємо ентропії розподілів характеристики. Перевіряємо необхідну умову розподілу:

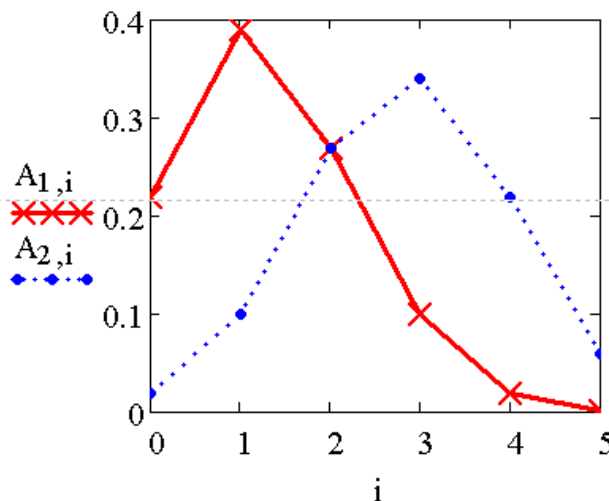
$$\sum (A^T)^{\langle 1 \rangle} = 1.001 \qquad \sum (A^T)^{\langle 2 \rangle} = 1.01$$

$$\underline{H1} := - \sum_{i=0}^5 (A_{1,i} \cdot \log(A_{1,i})) \quad H1 = 0.595$$

$$\underline{H2} := - \sum_{i=0}^5 (A_{2,i} \cdot \log(A_{2,i})) \quad H2 = 0.665$$

$$I := H2 - H1 \quad I = 0.07$$

У першого експерта отримана ентропія оцінок менша, а значить більш інформативна.



Обчислюємо характеристики оцінки:

Мат сподівання  $M$ , дисперсію  $D$ , с.к.в.  $s$ .

$$M := \sum_{i=0}^5 (A_{0,i} \cdot A_{1,i}) \quad M = 9.165$$

$$D := \sum_{i=0}^5 [(A_{0,i})^2 \cdot A_{1,i}] - M^2 \quad D = 4.639$$

$$\underline{s} := \sqrt{D} \quad s = 2.154$$

Оцінюємо незалежність оцінок двох експертів:



$$c := \text{corr}\left[\left(A^T\right)^{\langle 1 \rangle}, \left(A^T\right)^{\langle 2 \rangle}\right] \quad c = -0.141$$

Оцінки є незалежні.

Відповідь. По мед. характеристиках оптимальною є друга модель із можливим відхиленням 6,5 у.о.

### Лістинг 3

**знайти оптимальний вибір 5-ти претендентів по 4-х якостях**

**вводимо матрицю експертних оцінок**

$$x := \begin{pmatrix} 4 & 8 & 0 & 0 \\ 5 & 9 & 3 & 4 \\ 10 & 0 & 4 & 6 \\ 4 & 8 & 6 & 7 \\ 3 & 1 & 4 & 9 \end{pmatrix} \quad \begin{array}{l} j := 0..3 \\ i := 0..3 \\ t := 0..4 \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{знаходимо середнє} \\ \text{значення кожної із} \\ \text{4-х якостей} \end{array} \quad \begin{array}{l} m_j := \text{mean}\{x^{\langle j \rangle}\} \\ m = \begin{pmatrix} 5.2 \\ 5.2 \\ 3.4 \\ 5.2 \end{pmatrix} \end{array}$$

**коваріаційна матриця якостей**

$$s_{i,j} := \text{covar}\{x^{\langle i \rangle}, x^{\langle j \rangle}\} \quad s = \begin{pmatrix} 6.16 & -4.64 & 0.52 & -0.04 \\ -4.64 & 14.96 & -1.88 & -6.84 \\ 0.52 & -1.88 & 3.84 & 5.12 \\ -0.04 & -6.84 & 5.12 & 9.36 \end{pmatrix} \quad +$$

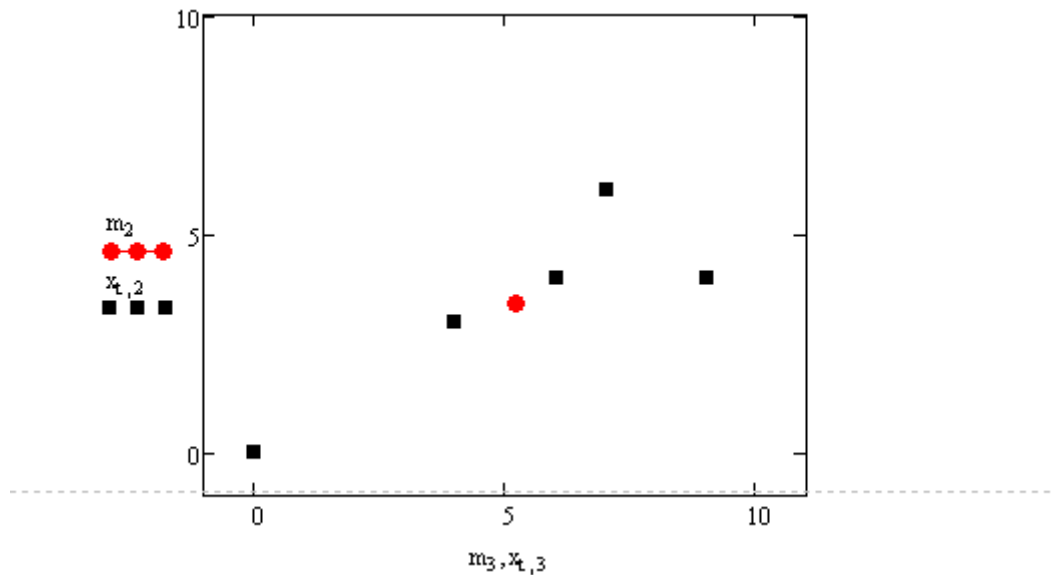
**власні значення матриці коваріації**

$$l := \text{eigenvals}(s) \quad l = \begin{pmatrix} 0.097 \\ 3.758 \\ 8.807 \\ 21.658 \end{pmatrix}$$

**вагові коефіцієнти кожної з 4-х якостей**

$$q_j := \frac{l_j}{\sum_1} \quad q = \begin{pmatrix} 2.825 \times 10^{-3} \\ 0.109 \\ 0.257 \\ 0.631 \end{pmatrix}$$

**локальна діаграма оцінювання кожного із 5-ти претендентів відносно еталонного зразка по найбільш значимих якостях**



відстань до еталонного значення

$$r_t := q_2 \cdot \left[ \left[ (x)^{(0)} \right]_t - m_2 \right]^2 + q_3 \cdot \left[ \left[ (x)^{(1)} \right]_t - m_3 \right]^2 \quad r = \begin{pmatrix} 5.04 \\ 9.77 \\ 28.242 \\ 5.04 \\ 11.173 \end{pmatrix}$$

**Відповідь** : оптимально підходять перший та четвертий претенденти, оскільки характеризуються найменшими відстаннями до еталону.

#### Лістинг 4

Формуємо початкові матрицю та вектор марковського процесу

$$k := 1$$

$$n := 4$$

$$A_0 := \begin{pmatrix} 0.2 - \frac{1}{k} \\ 0.3 \\ 0.4 \\ 0.1 + \frac{1}{k} \end{pmatrix} \quad P := \begin{pmatrix} 0.1 & 0.5 - \frac{3}{k+5} & 0.1 & 0.3 + \frac{3}{k+5} \\ \frac{1}{k+4} & 0.4 & 0.4 & 0.2 - \frac{1}{k+4} \\ 0.1 & 0.1 & 0.2 & 0.6 \\ \frac{1}{2k} & 0.5 - \frac{1}{2 \cdot k} & 0.2 & 0.3 \end{pmatrix}$$

Шукаємо вектор стану на 1-му та 4-му кроці

$$A_1 := P \cdot A_0 \quad A_1 = \begin{pmatrix} 0.84 \\ 0.12 \\ 0.69 \\ 0.01 \end{pmatrix} \quad A_n := P^n \cdot A_0 \quad A_n = \begin{pmatrix} 0.331 \\ 0.408 \\ 0.349 \\ 0.423 \end{pmatrix}$$

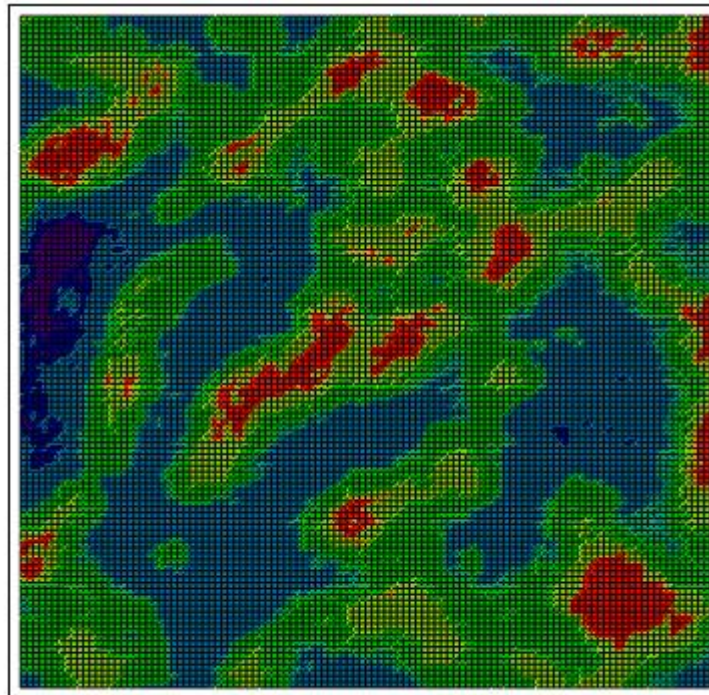
На 10-му кроці вектор стану із заданою точністю не відрізняється від вектора стабільного стану системи.

$$\begin{aligned} n := 10 \quad \underline{A_n} &= P^n \cdot A_0 \quad A_n = \begin{pmatrix} 0.382 \\ 0.383 \\ 0.382 \\ 0.383 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

## Лістинг 5

формуємо цифрову матрицю **AC** яскравостей виділеного участка

```
file1 := "D:\zr24a.bmp"   A := READBMP(file1)
AB := READ_BLUE(file1)   AR := READ_RED(file1)
AG := READ_GREEN(file1)  AC := AB + AG + AR
```

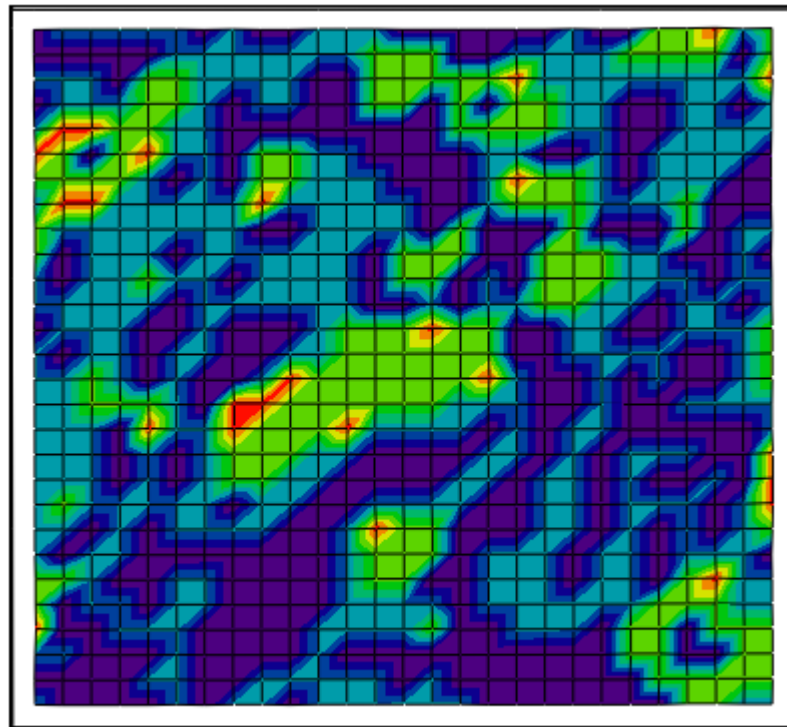


AC

```
c := cols(A)   c = 111   r := rows(A)   r = 116   h := 4
z := floor((r-1)/h)   z = 28   v := floor((c-1)/h)   v = 27
```

формуємо різницеву матрицю **C** із величиною зернистості **h**

```
C := submatrix(AR, 0, r-1, 0, c-1)   i := 0..z-1   j := 0..v-1
Di,j := submatrix[C, h·i, h·(i+1), h·j, h·(j+1)]
mi,j := max(Di,j)   li,j := min(Di,j)   c := m-1
```



c

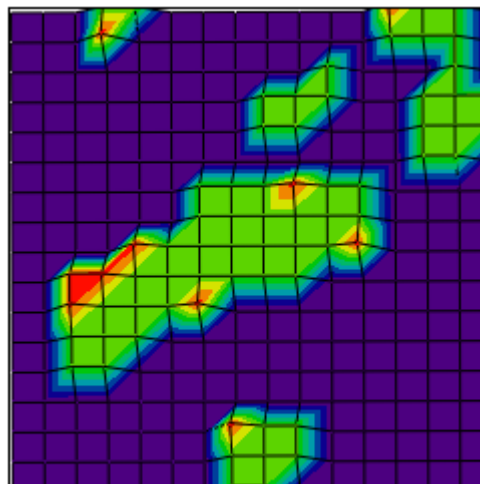
виділяємо частину **c1** (підматрицю) матриці зображення **c**

```
c1 := submatrix(c,6,22,5,20)
```

```
z1 := rows(c1)  z1 = 17    v1 := cols(c1)  v1 = 16
```

```
i := 0..z1 - 1    j := 0..v1 - 1
```

```
cc := 38    c2i,j := if(c1i,j ≥ cc, c1i,j, 0)    yi := i    xj := j
```

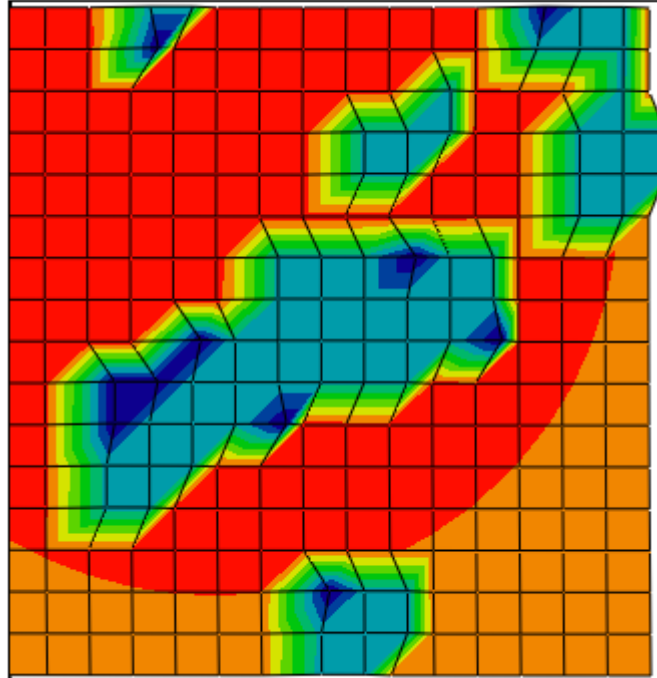


c2

$$I := 0..11 \quad J := 0..11 \quad a := 0.015 \quad b := 0.001 \quad a_{I,J} := \text{if}(c2_{I,J} \geq cc, a, a^{-1})$$

виділяємо поле потенціалів для елементів, експертна оцінка яких вища порога  $cc$

$$f_{i,j} := \sum_I \sum_J \frac{1}{1 + a_{I,J} \cdot (|c2_{I,J} - c2_{i,j}|)^2 + b \cdot [(i - I)^2 + (j - J)^2]}$$



f

знаходимо координати центра кластеру поля потенціалів

$$y1 := \frac{z1}{2} \quad x1 := \frac{v1}{2}$$

Given

$$\sum_{i=0}^{z1-1} \sum_{j=0}^{v1-1} \left[ c2_{i,j} \cdot \sqrt{(x1 - x_j)^2 + (y1 - y_i)^2} \right] = 0$$

$$\begin{pmatrix} xn \\ yn \end{pmatrix} := \text{Minem}(x1, y1) \quad \begin{pmatrix} xn \\ yn \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 7.842 \\ 7.252 \end{pmatrix}$$

## Лістинг 6.

На вхідний сигнал  $y(x)$  дискретна система дає відзив  $z(x)$  на проміжку зміни аргументу  $x \in [0; 10+4]$ . Знайти імпульсний відзив системи. Знайти відзив системи на сигнал  $Y(x)$ . Побудувати графіки.

$$y(x) := \sin(x) + e^{\frac{x}{8}} \quad z(x) := \frac{1}{x^2 + 1} + \frac{10}{x + 9} \quad i := 0..4 \quad h := 1 \quad x_1 := h \cdot i$$

Будуємо матрицю  $x$  - аргументу,  $y$  - дискретного вхідного сигналу та відповідну ступінчасту матрицю  $s$

$$x = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \end{pmatrix} \quad \underline{y}_i := y(x_i) \quad y = \begin{pmatrix} 1 \\ 1.975 \\ 2.193 \\ 1.596 \\ 0.892 \end{pmatrix} \quad \underline{s}_i := \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 3.56 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 8.30 & 3.56 & 1 & 0 & 0 \\ 20.23 & 8.30 & 3.56 & 1 & 0 \\ 53.84 & 20.23 & 8.30 & 3.56 & 1 \end{pmatrix}$$

Будуємо матрицю дискретного сигналу відзиву  $z$

$$\underline{z}_i := z(x_i) \quad z = \begin{pmatrix} 2.111 \\ 1.5 \\ 1.109 \\ 0.933 \\ 0.828 \end{pmatrix}$$

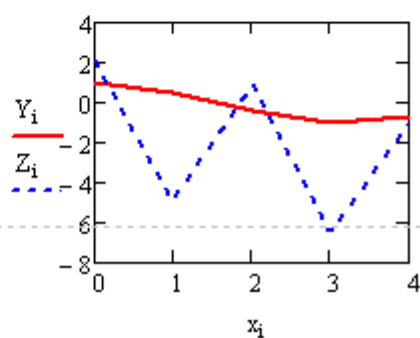
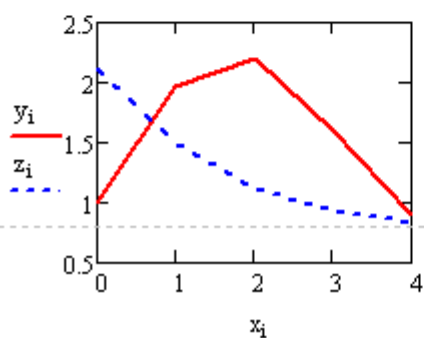
Знаходимо матрицю  $h$  імпульсного відзиву системи та відповідну ступінчасту матрицю  $H$

$$\underline{h}_i := s^{-1} \cdot z \quad h = \begin{pmatrix} 2.111 \\ -6.016 \\ 5.002 \\ -9.653 \\ 1.708 \end{pmatrix} \quad \underline{H}_i := \begin{pmatrix} 2.11 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -6.02 & 2.11 & 0 & 0 & 0 \\ 5.0 & -6.02 & 2.11 & 0 & 0 \\ -9.65 & 5.0 & -6.02 & 2.11 & 0 \\ 1.71 & -9.65 & 5.0 & -6.02 & 2.11 \end{pmatrix}$$

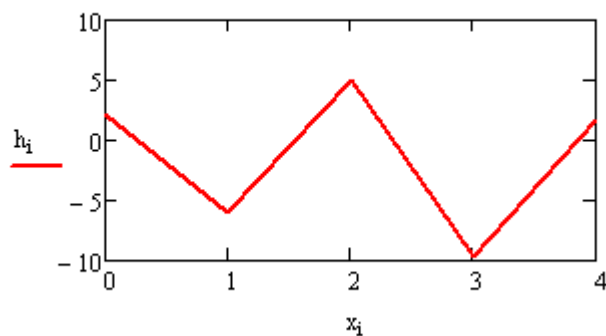
Будуємо дискретну матрицю  $Y$  вхідного сигналу та дискретну матрицю відзиву  $Z$

$$Y(x) := \cos(x) \quad \underline{Y}_i := Y(x_i) \quad Y = \begin{pmatrix} 1 \\ 0.54 \\ -0.416 \\ -0.99 \\ -0.654 \end{pmatrix} \quad Z := H \cdot Y \quad Z = \begin{pmatrix} 2.11 \\ -4.88 \\ 0.869 \\ -6.532 \\ -1.004 \end{pmatrix}$$

Графіки вхідних сигналів та їх відзиви



Графік імпульсного відзиву  $h$



## ЛІТЕРАТУРА

### ОСНОВНА ЛІТЕРАТУРА

1. Аналіз систем розпізнавання образів структури композитів: монографія / Добровтор І.Г., Стухляк П.Д., Микитишин А.Г., Митник М.М. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018. – 224с.
2. Могилевский В.Д. Методология систем. – М.: Экономика, 1999. – 251с.
3. Оптнер С. Л. Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем / Пер.с англ. С.П.Никанорова. – М.:Советское радио, 1969. – 216с.
4. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф. Введение в системный анализ. – М.: Высшая школа, 1989.
5. Системный анализ в экономике и организации производства / С.А.Валуев, В.Н.Волкова, А.П.Градов и др.; под общ.ред. С.А.Валуева, В.Н.Волковой. – Л.: Политехника, 1991.
6. Спицнадель В.Н. Основы системного анализа: Учебное пособие. – СПб.: Бизнес-пресса, 2000. – 326 с.
7. Черняк Ю.И. Системный анализ и управление экономикой. – М.: Экономика, 1975. – 191с.

### ДОПОМІЖНА ЛІТЕРАТУРА

8. Акоф Р. Искусство решения проблем. – М.: Мир, 1982. – 220с.
9. Акоф Р. Планирование в больших экономических системах. – М.: Советское радио, 1972.
10. Анализ сложных систем. – М.: Советское радио, 1969.
11. Ахременко А.С. Сценариотехника в аналитическом обеспечении процедуры принятия политических решений // Вестник Московского университета. Сер. 12. Политические науки. – 1997. – №5.
12. Бир С. Кибернетика и управление производством. – М.: Наука, 1965.
13. Блинов В.И. Математические основы менеджмента. – К.: МАУП, 1997. – 68с.



14. Богданов А.А. Тектология. Всеобщая организационная наука. – М.: Экономика, 1989. – 305с.
15. Бондаренко М.Ф., Соловьева Е.А., Маторин С.И. Основы системологии. – Харьков: ХТУРЭ, 1998. – 118 с.
16. Брайнес С.Н., Напалков А.В., Свечинский В.Б. Нейрокибернетика. – М.: Мир, 1962.
17. Бурков В.Н., Еналеев А.К., Новиков Д.А. Механизмы функционирования социально-экономических систем с сообщением информации // Автоматика и телемеханика, 1996. – №3. – С.3–25.
18. Бусленко Н.П., Калашников В.В., Коваленко И.Н. Лекции по теории сложных систем. – М.: Советское радио, 1973.
19. Венцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология. – М.: Наука, 1988.
20. Гаевская О.Б. Современная цивилизация и социальное управление. – К.: МАУП, 1997. – 120с.
21. Ганьба Б. Системний підхід та його застосування в дослідженні державно-правових явищ // Право України. – 2000. – №3.
22. Герчикова И.И. Менеджмент. – М.: Банки и биржи, 1997. – 501с.
23. Гуд Г.Х., Макол Р.Э. Системотехника. Введение в проектирование больших систем. – М., 1962
24. Дружинин В.В., Конторов Д.С. Системотехника. – М.: Радио и связь, 1995.
25. Ермак В.Д. Системы, системные принципы и системный подход // Социон. – 1998. – №1.
26. Ефимов Е.И. Решатели интеллектуальных задач. – М.: Наука, 1982.
27. Исследование по общей теории систем. – М.: Прогресс, 1969.
28. Йоханнес Рюэгг-Штюрм. Новая системная теория и внутрифирменные изменения // Проблемы теории и практики управления. – 1998. – №5.
29. Камалов М.М. Системная структурная функционализация Габриэля Алмонда как методология сравнительного политического анализа // Вестник Московского университета. Сер. 12. Политические науки. – 1997. – №6.
30. Каныгин Ю.М., Яковенко Ю.И. Введение в социальную когнитологию. – К.: Наукова думка, 1992. – 107 с.
31. Каплан Мортон А. Система и процесс в международной политике // Вестник Московского университета, сер.18. – 1998. – №2.
32. Квейд Э. Анализ сложных систем. – М.: Советское радио, 1969.
33. Клиланд Д., Кинг В. Системный анализ и целевое управление. – М.: Советское радио, 1974. – 280 с.
34. Клир Дж. Системология. Автоматизация решения системных задач: Пер с англ. – М.: Радио и связь, 1990.
35. Клыков Ю.И. Ситуационное управление большими системами. – М.: Энергия, 1974.
36. Коротков Э.М. Концепция менеджмента. – М.: ДеКА, 1997. – 300 с.
37. Кун Т. Структура научных революций. – М.: Прогресс, 1977.

38. Ларичев О.И. Объективные модели и субъективные решения. – М.: Наука, 1987.
39. Ларичев О.И., Мошкович Е.М. Качественные методы принятия решений. М.: Наука-Физматлит, 1996.
40. Лобанов А.С. Системология: понятийный аппарат // Международный форум по информатике и документации. – 1999. – Том 24. – №2.
41. Лямец В.И., Тевяшев А.Д. Системный анализ. – Харьков: ХТУРЭ, 1998 – 252 с.
42. Макаренко М.В., Махалина О.М. Производственный менеджмент. – М.: Приор, 1998. – 384с.
43. Мартино Дж. Технологическое прогнозирование. – М.: Прогресс, 1977. – 591с.
44. Мартыненко Н.М. Менеджмент фирмы. – К.: МП «Леся», 1995. – 368с.
45. Математические проблемы в биологии. – М.: Мир, 1966.
46. Математическое моделирование жизненных процессов. – М.: Мысль, 1968.
47. Маторин С.И. О новом методе системологического анализа, согласованном с процедурой объектно-ориентированного проектирования (I, II) // Кибернетика и системный анализ. – 2001. – №4; 2002. – №1. 47
48. Мельников Г.П. Системология и языковые аспекты кибернетики. – М.: Советское радио, 1987. – 368 с.
49. Месарович М., Мако Д., Такахара Я. Теория иерархических многоуровневых систем / Пер. с англ. под ред. И.Р.Шахнова – М.: Мир, 1973.
50. Мескон М., Альберт М., Хедоури Ф. Основы менеджмента. – М.: Дело, 1998. – 704 с.
51. Мир управления проектами. Основы, методы, организация, применение/ Под ред. Х.Решке, Х.Шелле. – М.: Аланс, 1994.
52. Моделирование социальных процессов / Н.П.Тихомиров, В.Я. Райцер. – М.: Российская экономическая академия, 1993.
53. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. – М.: Наука, 1981.
54. Молчанов В.И. Системный анализ социологической информации. – М.: Наука, 1981. – 142с.
55. Мороз Л.И. Курс теории систем. – М.: Высшая школа, 1987. – 304 с.
56. Общая теория систем. – М.: Мир, 1966.
57. Острейковский В. А. Теория систем. Учебн. для вузов. – М.: Высшая школа, 1997.–240 с.
58. Перегудов Ф.И. Основы системного проектирования АСУ организационными комплексами. – Томск: ТГУ, 1984.
59. Переход к устойчивому развитию экономики: системный подход и моделирование // Вестник Московского университета. Сер.6. Экономика. – 1997. – №4.
60. Плотинский Ю.М. Математическое моделирование динамики социальных процессов. – М.:МГУ, 1992.

61. Плоткін Я.Д., Пащенко І.Н. Виробничий менеджмент. – Львів: Державний університет «Львівська політехніка», 1999. – 258с.
62. Поздняков Е.А. Системный подход и международные отношения. – М., 1976.
63. Пономаренко О.І., Пономаренко В.О. Системні методи в економіці, менеджменті та бізнесі: Навчальний посібник. – К.: Либідь, 1995. – 240 с.
64. Поспелов Г.С. Системный анализ и искусственный интеллект. – М.: ВЦ АН СССР, 1980.
65. Поспелов Д.А. Искусственный интеллект в XXI веке // Экология и жизнь. – 1998. – №3.
66. Поспелов Д.А. Принципы ситуационного управления // Известия АН СССР. Техническая кибернетика. – 1971. – №2.
67. Проскурин С.А. Системный принцип формирования внешнеполитической стратегии // Полис. – 1997. – №1.
68. Пушкин В.Н. Оперативное мышление в больших системах. – М.: Энергия, 1965.
69. Райков А.Н. К основам устойчивости и целенаправленности функционирования систем поддержки решений. Часть II. Целенаправленность // Информационное общество. – 1999. – №3. – С.27–34. 48
70. Робертс Ф. Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экологическим задачам. – М., 1986.
71. Саати Т. Математические модели конфликтных ситуаций. – М., 1977.
72. Саати Т. Принятие решений: Метод анализа иерархий / Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1993.
73. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем/ Пер. с англ. под ред. Ушакова И.А. – М.: Радио и связь, 1991.
74. Системи підтримки прийняття рішень / Під ред. Ситника В.Ф. – К., 1995.
75. Системный анализ в экономике и организации производства / С.А.Валуев, В.И.Волкова, А.П.Градов и др. – Л., 1991.
76. Системный подход к управлению финансовыми ресурсами // Бизнес-информ. – 1999. – №5-6. – с.133.
77. Смирнов Э.А. Основы теории организации. – М.: Аудит, 1998. – 375с.
78. Советов В.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. – М.: Наука, 1984.
79. Теория прогнозирования и принятия решений: Учебное пособие / Под ред. С.А.Саркисяна. – М.: Высшая школа, 1996.
80. Теория систем. Математические методы и моделирование. – М.: Мир, 1989.
81. Тоффлер А. Футурошок. – М., 1997.
82. Тоффлер Э. Третья волна. – Минск, 1999.
83. Устич С.І. Системне дослідження суспільства. – Львів: Світ, 1992. – 135с.
84. Форрестер Дж. Мировая динамика. – М., 1978.
85. Щекин Г. Социальное управление как система // Проблемы теории и практика управления.– 1997.– №2.

