

Національна академія СБ України
Навчально-науковий інститут інформаційної безпеки

Лекція 14. Системний аналіз і прийняття рішень

Модуль 2. Аналіз і синтез систем

Київ - 2013

$$e = mc^2$$

Зміст

Вступ

1. Прийняття рішень: основні поняття і методи
2. Прийняття рішень в умовах невизначеності

Висновки

Рекомендована література

1. Катренко А.В. **Теорія прийняття рішень**: підручник / А. В.Катренко, В.В.Пасічник, В.П.Пасько. — К.: Вид. група ВНУ, ЮНІТИ, 2009. сс. 11 – 49, 229 – 266.
2. Орлов А.И. **Организационно-экономическое моделирование: теория принятия решений**: учебник. — М.: КНОРУС, 2010. с. 16 – 36.

$$E = mc^2$$

$$F = ma$$

Вступ

$$g \approx 9,8 \text{ m/s}$$

$$E = \frac{mv^2}{2}$$

Підґрунтя цілеспрямованої діяльності людини – **процеси прийняття рішень**, які дають змогу виділяти найважливіші наукові проблеми та зазначати способи їх розв'язання, організувати раціональне функціонування виробничих і господарських організацій, установ і фірм, а також підвищувати якість і збільшувати швидкість виконання робіт зі створення нової техніки та впровадження прогресивних технологій.

У будь-якій ситуації прийняття рішення ми маємо насамперед відповісти на запитання: **чого ми прагнемо? У чому полягає наша мета?** Звичайно, складно дати однозначну відповідь.

Мета лекції: вивчити основні поняття теорії прийняття рішень і познайомитися з основними методами прийняття рішень в умовах невизначеності.

$$E = mc^2$$

1. Прийняття рішень: основні поняття і методи

$$F = ma$$

$$g \approx 9,8 \text{ m/s}$$

$$E = \frac{mv^2}{2}$$

Рішення – один з видів розумової діяльності і прояву волі людини, що характеризується наступними ознаками:

- ❖ можливість вибору з множини альтернативних варіантів;
- ❖ наявність мети;
- ❖ необхідність вольового акту ОПР, що призводить до реалізації рішення.

Альтернатива – ситуація, в якій належить зробити

вибір однієї з двох і більше можливих

Прийняття рішення – це вибір одного

варіанту з деякої множини варіантів (альтернатив) або

звуження цієї множини. Це процес, спрямований на вибір найкращого



Учасники процесу прийняття рішень:

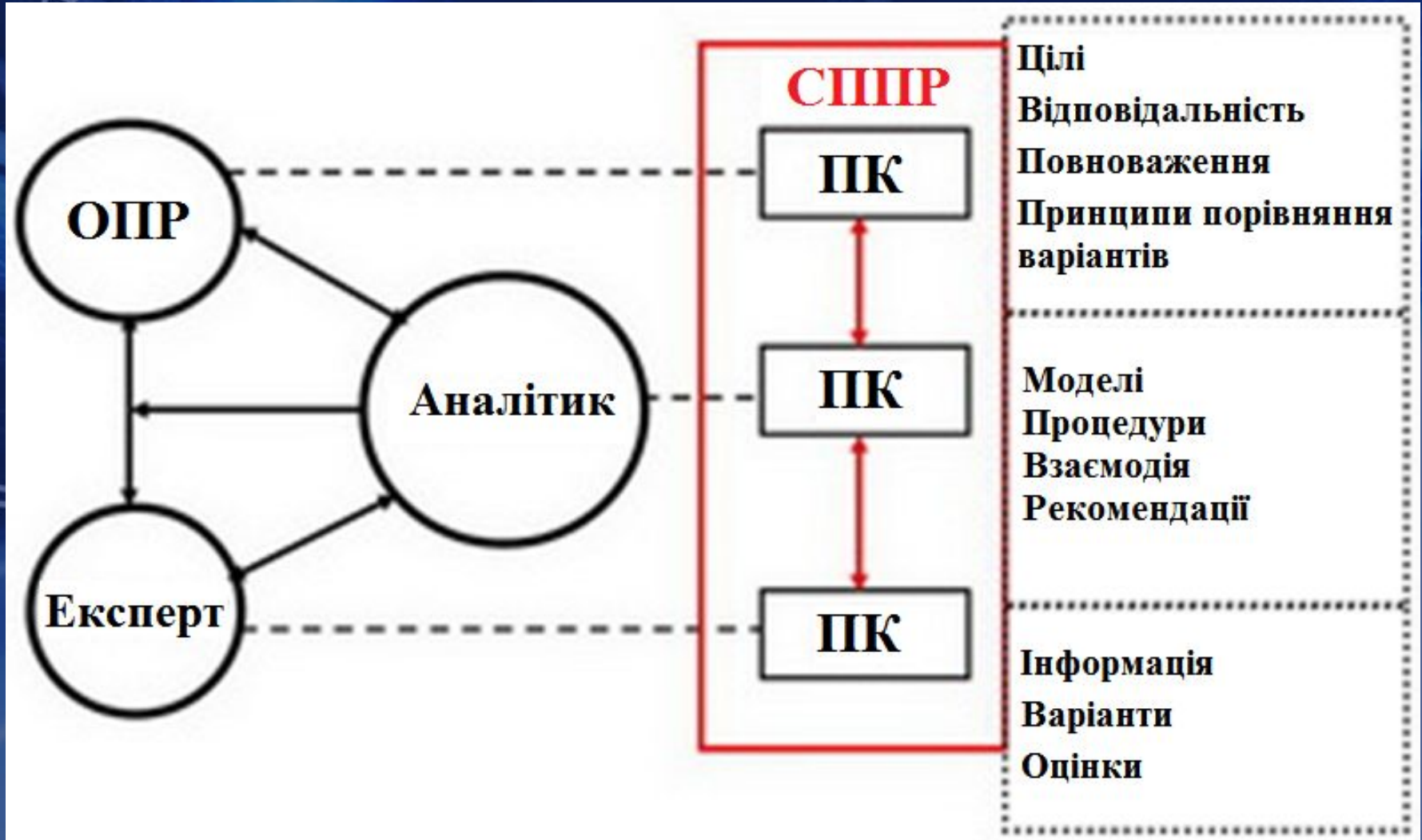
- ❖ **ОПР** – суб'єкт рішення (один або декілька чоловік), що наділений певними повноваженнями і несе відповідальність за наслідки прийнятого і реалізованого рішення.
- ❖ **Експерт** – фахівець, що видає кваліфіковані висновки або судження з вирішуваних питань.
- ❖ **Аналітик (консультант)** - фахівець, що займається вивченням аналітичних досліджень і узагальнень в певній сфері діяльності, який досконало володіє методами аналізу, здатний прогнозувати процеси і розробляти перспективні програми розвитку.

$$e = mc^2$$

$$E = \frac{mv^2}{2}$$

$$e = mc^2$$

Взаємодія учасників процесу ухвалення рішень



Принципи прийняття рішень

$$e = mc^2$$

1. **Цілеформування** – необхідно розпочинати з виявлення і чіткого формулювання цілей.
2. **Системності** – необхідно розглядати усю проблему як єдине ціле і виявляти усі взаємозв'язки наслідку кожного приватного рішення.
3. **Альтернативності** – потрібні виявлення і аналіз можливих альтернативних шляхів досягнення цілей.
4. **Погодження цілей** – цілі окремих підрозділів не повинні вступати в протиріччя з цілями усієї програми.

$$E = \frac{mv^2}{2}$$

$$e = mc^2$$

Структурні елементи ситуації прийняття рішень

Проблема – складне теоретичне або практичне питання, що вимагає вивчення, вирішення, не має однозначного рішення (міра невизначеності).

Проблемна ситуація – ситуація, коли діяльність не реалізується прийнятими раніше способами і досягнення результату діяльності непрогнозоване.

ОПР – особа чи група осіб, які приймають (ухвалюють) рішення, впроваджують його, відповідають за реалізацію прийнятого рішення.

Мета – ідеальний або реальний предмет свідомого або несвідомого прагнення суб'єкта; кінцевий результат, на який навмисно спрямований процес.

Керування – можливість ОПР впливати на процес, у перебігу якого він зацікавлений. Якщо він не має важелів впливу на проблемну ситуацію, то проблеми прийняття рішення немає

Варіанти рішень (альтернативи). Рішення приймають тоді, коли існує більше ніж один спосіб досягнення мети. Кожна з альтернатив характеризується ймовірністю досягнення мети і витратами.

Обмеження – наявність обмежувальних чинників для ситуацій прийняття рішення. Можливості ОПР скінченні

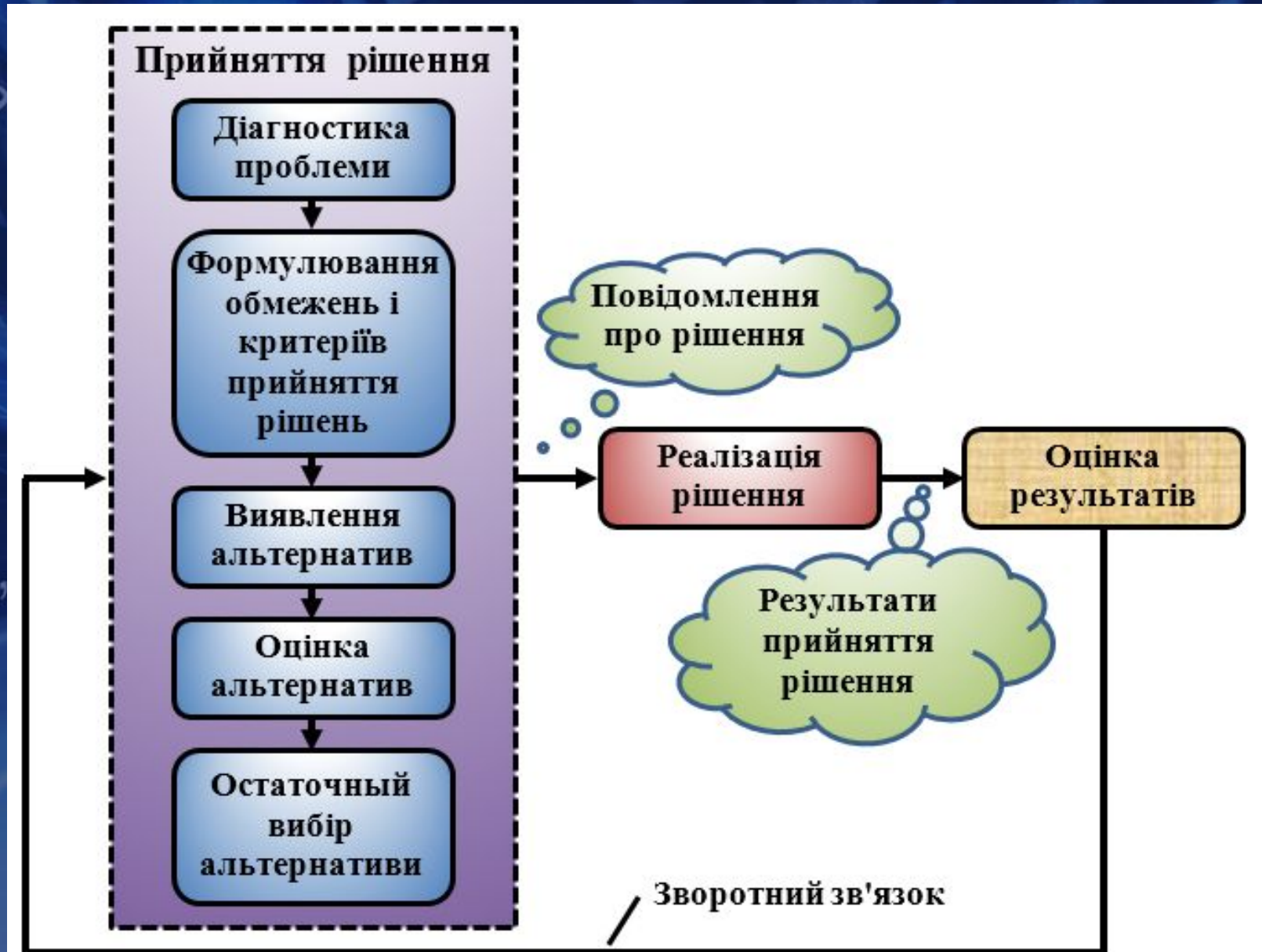
Зовнішнє середовище – все те, що безпосередньо впливає на ситуацію прийняття рішення:

- ситуація **детермінована** – всі дії середовища можна однозначно прогнозувати;
- ситуація **стохастична** – неможливо однозначно прогнозувати дії середовища;
- ситуація **ігрова** – середовище цілеспрямовано реагує на дії ОПР; процедури пошуку рішень значно

Процес прийняття рішення (ППР) – це послідовність процедур, що приводять до знаходження рішення. Основні запитання, відповіді на які допомагають прийняти рішення:



Етапи прийняття і реалізації рішень



Класифікація управлінських рішень

$$e = mc^2$$

| Ознаки | Види рішень |
|------------------------------------|---|
| Зміст вирішуваних задач | Науково-технічні, технологічні, економічні, організаційні, соціальні і ідейно-виховні та ін. |
| Рівень прийняття рішення | На рівні організації в цілому, підрозділу організації, окремих працівників |
| Кількість цілей | Одноцільові, багатоцільові |
| Суб'єкт, що приймає рішення | Індивідуальні, колективні (групові) |
| Час дії | Стратегічні, тактичні, оперативні (поточні) |
| Циклічність | Разові, такі, що повторюються |
| Міра формалізації | Запрограмовані, незапрограмовані |
| Спосіб обґрунтування | Інтуїтивні, засновані на міркуванні, раціональні |
| Міра складності | Прості, складні, унікальні |
| Умови прийняття рішень | Що приймаються в умовах визначеності, імовірнісної визначеності (риска), невизначеності, протидії |

- **Організаційне рішення** – вибір, який має зробити ОПР, щоб виконати обов'язки згідно з посадою, яку вона займає.
- **Програмоване рішення** – результат реалізації певної послідовності кроків або дій. Такі рішення застосовують для проблем, що повторюються з певною регулярністю.
- **Непрограмоване рішення** – потрібне в ситуаціях, які нові, внутрішньо не структуровані чи пов'язані з невідомими чинниками. Наперед неможливо уявити собі конкретну послідовність потрібних кроків.
- **Інтуїтивне рішення** – вибір, зроблений на основі відчуття того, що він правильний.
- **Рішення, що ґрунтується на міркуваннях** – вибір, зумовлений знаннями чи нагромадженим досвідом. ОПР використовує знання про те, що трапилося в подібних ситуаціях раніше, щоб спрогнозувати результат альтернативних варіантів вибору в конкретній ситуації.

- **Раціональне рішення** – вибір, що не залежить від минулого досвіду, а обґрунтовується в ході об'єктивного аналітичного процесу. ОПР повинен володіти якостями:
- **пам'яттю** – здатністю нагромаджувати інформацію;
 - **здатністю до прогнозу** – може використовувати інформацію для передбачення результатів рішення;
 - **індивідуальними перевагами** – різні результати оцінюють по-різному.

У ході прийняття рішень аналізована ситуація слабоструктурована. Первинна інформація неповна чи суперечлива.

$$E = \frac{mv^2}{2}$$

Задачі прийняття рішень

За рівнем структурованості:

- структуровані
- слабкоструктуровані
- неструктуровані

За властивостями зовнішнього середовища:

- детерміновані
- стохастичні
- з невизначеністю
- з активною протидією

За можливістю отримання потрібної інформації

(обсяг, складність і тип експертної інформації, потрібної для прийняття рішень)

За кількістю ОПР:

- з одним
- з кількома з власними інтересами та важливістю

За способом подання мети:

- однокритерійні
- багатокритерійні
- багатокритерійні з ієрархією критеріїв.

За **рівнем структурованості** розрізняють проблеми ПР:

- ❖ **Структуровані** – дають змогу побудувати формальну постановку задачі ПР, що належить до відомого класу задач, для яких існують алгоритми їх розв'язання.
- ❖ **Слабкоструктуровані** – для їх розв'язання застосовують як ТПР, так і інші дисципліни (системний аналіз, психологію тощо). Вони мають міждисциплінарний характер.
- ❖ **Неструктуровані** – вивчаються у суспільних науках.

За **властивостями зовнішнього середовища** розрізняють задачі ПР:

- ❖ **Детерміновані** – усі фактори, що суттєво впливають на керовані процеси, визначені; їх точні числові значення відомі суб'єктові управління.
- ❖ **Стохастичні** – описано розподіл ймовірностей за різними числовими значеннями факторів, тобто взято до уваги стохастичну невизначеність.
- ❖ **З невизначеністю** – статистичних даних немає, або вони невідомі ОПР. Потрібну інформацію доводиться отримувати, опитуючи експертів.
- ❖ **З активною протидією** – невизначеність розглядають не як байдужу до прагнень «природу», а активного суперника чи множину суперників, що можуть і протидіяти, і в певних ситуаціях сприяти ОПР. Такі задачі належать до ігрового типу.

$$E = \frac{mv^2}{2}$$

$$e = mc^2$$

За кількістю ОПР розрізняються задачі:

- ❖ з одним ОПР ;
- ❖ з кількома рівноправними ОПР;
- ❖ з кількома ОПР з власними інтересами та важливістю.

Якщо ОПР одна, то після формалізації отримаємо **одно-** чи **багатокритерійну задачу оптимізації з обмеженнями**.

Коли є кілька рівноправних ОПР, то маємо клас **задач голосування**, у яких альтернативи обираються за допомогою різноманітних процедур голосування.

У разі нерівноважливих ОПР отримуємо **задачі експертного оцінювання** чи **ігрового типу**.

$$E = \frac{mv^2}{2}$$

За **способом подання мети** розрізнятимемо задачі: $E = mc^2$

- ❖ **однокритерійні** – задачі з одним критерієм і модифіковані багатокритерійні, у яких один критерій одержано згортанням усіх наявних критеріїв у один;
- ❖ **багатокритерійні з кількісними та якісними критеріями** – є множиною Паретто–оптимальних альтернатив. Для розв'язування таких задач застосовують діалогові методи, які спрямовані на те, щоб виявити додаткову інформацію про систему переваг ОПР;
- ❖ **багатокритерійні з ієрархією критеріїв** – виникають унаслідок якісного аналізу структури мети з використанням дерева цілей та інформації про домінування на множині критеріїв у конкретній проблемній ситуації.

$$E = \frac{mv^2}{2}$$

$$e = mc^2$$

За можливістю **отримання потрібної інформації** (обсяг, складність і тип експертної інформації, потрібної для прийняття рішень):

- ❖ **без експертної інформації;**
- ❖ **інформація про переваги на множині критеріїв;**
- ❖ **інформація про важливість альтернатив;**
- ❖ **інформація про переваги на множині критеріїв. і наслідки альтернатив.**

$$g \approx 9,8 \text{ m/s}$$

$$E = \frac{mv^2}{2}$$

Методи прийняття рішень

$$e = mc^2$$

Метод – спосіб досягнення мети, рішення конкретної задачі, сукупність прийомів або операцій практичного і теоретичного пізнання дійсності.

Методи конкретизуються в **методиці**, де описуються **конкретні прийоми, засоби**, наприклад, для отримання і обробки інформації з вирішуваної проблеми.

Методологія як вчення про методи пізнання і перетворення дійсності виділяє чотири основні методи:

- ❑ **Порівняння** – встановлення відмінності і схожості досліджуваних проблем, чинників, обмежень, альтернатив.
- ❑ **Аналіз** – уявне розкладання загального на частини (об'єкту на складові елементи).
- ❑ **Синтез** – уявне об'єднання в єдине ціле виділених, аналізованих елементів.
- ❑ **Абстрагування** – виділення істотних елементів в аналізованому об'єкті.

$$E = \frac{mv^2}{2}$$

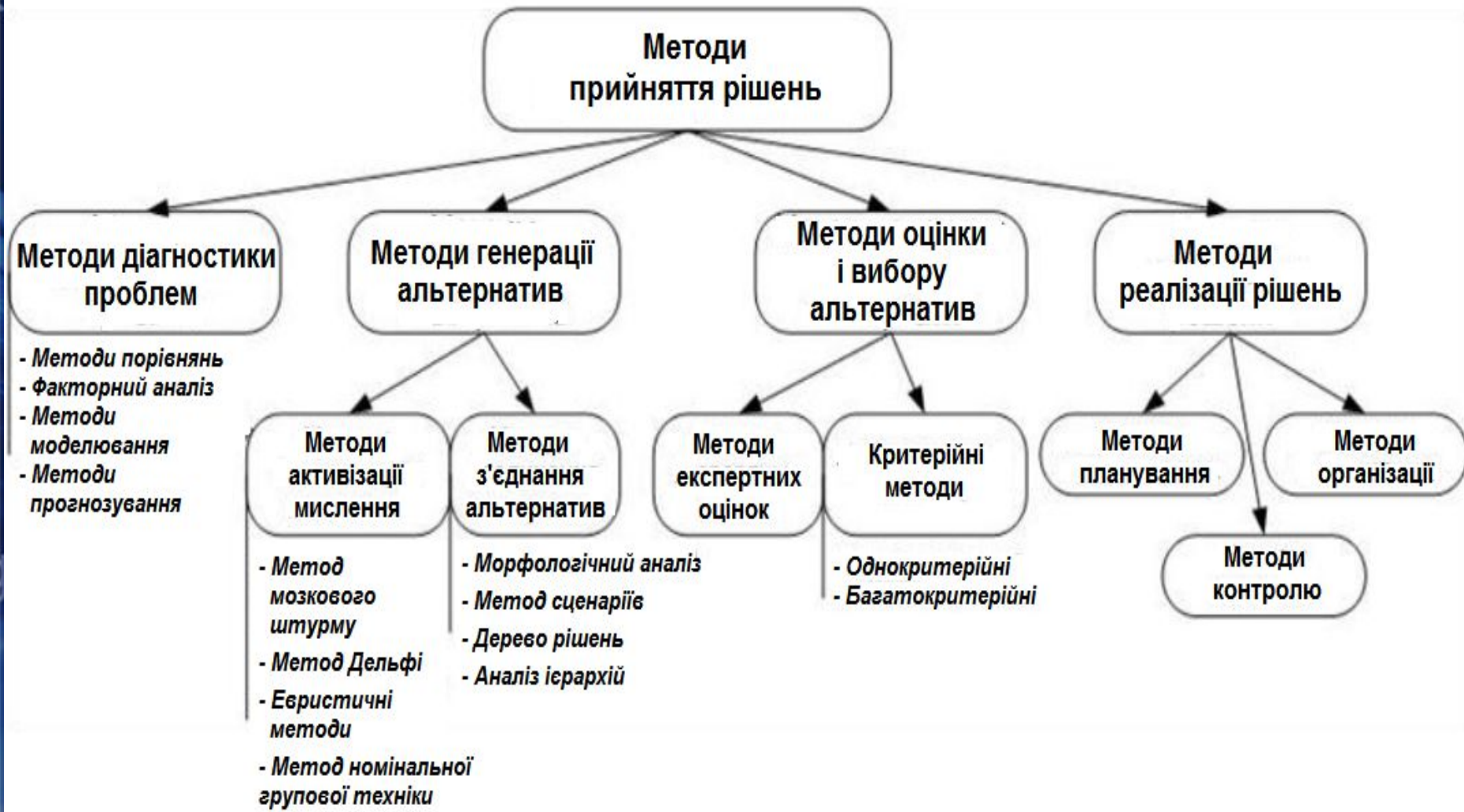
Методологія рішень використовує усі вищеперелічені методи і формує специфічні прийоми прийняття рішень.

Методи прийняття рішень є діями, що регламентуються, і способами за рішенням завдань вибору альтернатив.

Системний підхід стосовно цього процесу дозволяє сформулювати склад підпроцесів (етапів) пошуку рішення і шляхом встановлення стосунків дотримання між етапами збудувати системну послідовність прийняття рішень:

- ❖ аналіз (діагностика),
- ❖ виявлення цілей і проектування (пошук засобів досягнення цілей),
- ❖ реалізація і оцінка результатів.

$$E = \frac{mv^2}{2}$$



$$E = mc^2$$

2. Прийняття рішень в умовах невизначеності

$$E = \frac{mv^2}{2}$$

$$F = ma$$

$$g \approx 9,8 \text{ m/s}$$

$$e = mc^2$$

Невизначеність виникає у завданнях ПР, у яких ОПР *не знає всієї сукупності чинників, що діють*. Перш ніж оцінювати їх, ОПР має *сформулювати множину гіпотез*.

Ситуація невизначеності характеризується тим, що вибір конкретного плану дій може зумовити будь-який результат із певної множини варіантів, але *ймовірності впливу випадкових факторів невідомі*.

Можливі два випадки:

- 1) імовірності невідомі через те, що немає потрібної статистичної інформації;
- 2) ситуація не статистична, і говорити про об'єктивні імовірності взагалі немає сенсу (ситуація «досконалої» невизначеності).

$$E = \frac{mv^2}{2}$$

Головні джерела невизначеності



З погляду часу вирізняють:

- **перспективну невизначеність** (коли виникають непередбачені чинники);
- **ретроспективну невизначеність** (брак інформації про поведінку об'єкта в минулому).

У разі ретроспективної невизначеності можливі три варіанти:

- 1) інформацію можна відновити,
- 2) інформацію можна замінити перспективною,
- 3) інформацію не можна ні відновити ні замінити

Підходи до вибору альтернатив

Урахування минулого досвіду

Проведення експерименту

Дослідження і аналіз

- ❖ **урахування минулого досвіду** – минулий досвід не завжди може допомогти: він стосується минулого й може бути неадекватний новій ситуації;
- ❖ **проведення експерименту** – проведення експерименту може коштувати дуже дорого й займати досить багато часу;
- ❖ **дослідження і аналіз** – полягає в розв'язанні проблеми на основі пошуку взаємних зв'язків між найвірогіднішими її змінними, обмеженнями та вихідними даними, які розглядаються насамперед із погляду поставленої мети.

Послідовність аналізу задачі прийняття рішень в умовах невизначеності

1. Складання переліку доступних можливостей збирання інформації, проведення експериментів і виконання дій

2. Складання переліку подій, які можуть трапитися

3. Визначення послідовності у часі подій, які надають доступну інформацію, послідовні дії, які можемо виконати

4. Вирішування, наскільки влаштовують наслідки цих дій

5. Оцінювання шансів кожної конкретної невизначеної події

Типи невизначеностей у дослідженні операцій

На результат операції впливають неконтрольовані фактори. Критерій ефективності операції:

$$Q(a, x, y)$$

a – детерміновані параметри;

x – керовані змінні;

y – невідомі чинники.

Цілей

Знань про навколишнє оточення та чинники, що діють
(невизначеність природи)

Дій активного або пасивного партнера чи супротивника

Способи розв'язування стохастичних задач

Замінюють випадкові чинники значеннями їх математичних сподівань чи середніх значень і розв'язують задачу як детерміновану:

$$Q(a, x, M[y]) \Rightarrow \min, x \in X$$

Шукають екстремум математичного сподівання критерію якості:

$$M[Q(a, x, y)] \Rightarrow \min, x \in X$$

Задають стохастичні обмеження

Ситуація розробки і прийняття рішення в умовах стохастичної невизначеності ситуації



$$e = mc^2$$

Моделі та методи прийняття рішень в умовах невизначеності

Задачі прийняття рішень в умовах невизначеності за ідеями та методами близькі до теорії ігор. Основна їх відмінність полягає в тому, що **немає конфліктного забарвлення** — ніхто нікому не протидіє, але є **елемент невизначеності**.

Невідомі умови залежать не від свідомого суперника, а від об'єктивної реальності — «природи», яка є байдужою інстанцією. Поведінка природи невідома, але вона не протидіюча.

Альтернативи, які обирають ОПР і природа, називаються **стратегіями**.

$$E = \frac{mv^2}{2}$$

$$e = mc^2$$

Гру з природою подають матрицею.

Нехай ОПР може обрати одну з можливих стратегій $x_i, i = 1, \dots, n$, а «природа» у відповідь абсолютно байдуже до вибору ОПР обирає одну зі своїх стратегій $y_j, j = 1, \dots, m$.

Тоді ситуацію прийняття рішення відображає матриця Q ,

$$Q = \begin{matrix} & y_1 & y_2 & \dots & y_m \\ \begin{matrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} q_{11} & q_{12} & \dots & q_{1m} \\ q_{21} & q_{22} & \dots & q_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ q_{n1} & q_{n2} & \dots & q_{nm} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

У такому поданні значення q_{ij} – виграш ОПР. Якщо воно від'ємне, то це є його програш, і він прагне обрати таку стратегію, за якої його виграш буде максимальним.

Задача прийняття рішення в умовах невизначеності:

$$Q(q_{i1}, \dots, q_{im}) \Rightarrow \max_i$$

$$e = mc^2$$

Класичні критерії прийняття рішень у разі невизначеності

Максимінний критерій Вальда. Згідно з цим критерієм гра з природою є грою з агресивним і розумним суперником,

$$Q_W = \min_{j \in 1, m} q_{ij} \Rightarrow \max_{i \in 1, n}$$

Обирають стратегію з індексом k , для якої

$$k = \arg \max_{i \in 1, n} \left(\min_{j \in 1, m} q_{ij} \right).$$

Це позиція **крайнього песимізму**. Стосовно природи вона перестраховальна. Обрана таким чином стратегія зовсім не пов'язана з ризиком, тобто ОПР за будь-яких умов не отримає гіршого результату, обравши стратегію x_k .

Приклад. Прийняття рішення за критерієм Вальда

Нехай ситуацію прийняття рішення задано таблицею.

Потрібно обрати оптимальну стратегію за критерієм Вальда й проаналізувати вибір.

| Стратегія | y_1 | y_2 | y_3 | $\min q_{ij}$ |
|-----------|-------|-------|-------|---------------|
| x_1 | 1,0 | 100,0 | 1,0 | 1,0 |
| x_2 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 |

З погляду ОПР неформально стратегія x_1 видається перспективнішою, однак за критерієм Вальда буде обрано стратегію x_2 , для якої гарантований виграш становить 1,1 (натомість для стратегії x_1 – 1,0).

Виграш порівняно зі стратегією x_1 за найгірших умов у цьому разі становить 0,1. Однак, обравши стратегію x_2 , ми зовсім відмовилися від гіпотетичної можливості отримати виграш у 100 одиниць.

Критерій Вальда прийнятний, коли ситуація прийняття рішення має такі характеристики:

- ❖ нічого не відомо про можливість реалізації «природою» своїх стратегій;
- ❖ доводиться зважати на різні стратегії «природи»;
- ❖ рішення унікальне, його можна прийняти лише один раз;
- ❖ потрібно виключити будь-який ризик.

Критерій Байєса – Лапласа. Найпростіший варіант невизначеності – **«доброякісна» стохастична**. У цьому випадку стани природи характеризуються ймовірностями їх виникнення $p = (p_1, p_2, \dots, p_m)$, і оптимальна та стратегія x_k , для якої критерій Байєса досягає максимуму:

$$Q_B = \sum_{j=1}^m q_{ij} \cdot p_j \Rightarrow \max_{i \in \overline{1, n}} \rightarrow k = \arg \max_{i \in \overline{1, n}} \sum_{j=1}^m q_{ij} \cdot p_j.$$

Обирають альтернативу, яка забезпечує **максимальний середній виграш**.

$$e = mc^2$$

Якщо імовірності невідомі, але є підстави вважати їх приблизно рівними, то доцільно застосувати **критерій Лапласа**

$$Q_L = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m q_{ij} \Rightarrow \max_{i \in \overline{1, n}} \rightarrow k = \arg \max_{i \in \overline{1, n}} \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m q_{ij}$$

Застосовуючи **критерій Байєса**, передбачають, що ситуація прийняття рішення має такі властивості:

- ❖ імовірності застосування стратегій «природою» відомі та не залежать від часу;
- ❖ рішення приймають (теоретично) нескінченно багато разів;
- ❖ для невеликої кількості реалізацій рішення припускає певний ризик.

$$E = \frac{mv^2}{2}$$

Критерій середнього ризику. Бажано мати критерій, який² давав би змогу не просто оцінювати виграш у разі застосування ОПР певної стратегії, але й відображав «вдалість» або «невдалість» обрання тієї чи іншої стратегії в конкретній ситуації. Для цього вводять поняття **ризик** як різницю між виграшем, який можна було б отримати, якщо б ми знали умови «природи» — її стратегію y_j , і виграшем, який ми одержимо, не знаючи їх та обираючи стратегію x_i :

$$r_{ij} = \beta_j - q_{ij}, \text{ де } \beta_j = \max_{i \in 1, n} q_{ij}$$

Критерій для середнього ризику

$$Q_R = \sum_{j=1}^m r_{ij} \cdot p_j \Rightarrow \min_{i \in 1, n}$$

$$k = \arg \min_{i \in 1, n} \sum_{j=1}^m \left(\max_{i \in 1, n} q_{ij} - q_{ij} \right) \cdot p_j \Rightarrow \min_{i \in 1, n}$$

$$e = mc^2$$

Критерій Севіджа. Це теж у край песимістичний критерій, як і критерій максимуму. Проте в разі обрання оптимальної стратегії він орієнтує на мінімальний гарантований ризик і має вигляд

$$Q_S = \max_{j \in 1, m} r_{ij} \Rightarrow \min_{i \in 1, n}$$

Обираємо стратегію x_k , для якої

$$k = \arg \min_{i \in 1, n} \left(\max_{j \in 1, m} \left(\max_{i \in 1, n} q_{ij} - q_{ij} \right) \right).$$

$$E = \frac{mv^2}{2}$$

$$g \approx 9,8 \text{ m/s}$$

Приклад. Прийняття рішення за критеріями Севіджа, Байєса та Лапласа

Ситуацію прийняття рішення задано наступною таблицею. Потрібно побудувати матрицю ризиків і обрати найкращу стратегію, а також визначити найкращу стратегію ОПР за заданими ймовірностями застосування природою своїх стратегій $p = (0,5, 0,2, 0,2, 0,1)$ та за критерієм Лапласа.

| | y_1 | y_2 | y_3 | y_4 |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | $p_1 = 0,5$ | $p_2 = 0,2$ | $p_3 = 0,2$ | $p_4 = 0,1$ |
| x_1 | 1 | 4 | 5 | 9 |
| x_2 | 3 | 8 | 4 | 3 |
| x_3 | 4 | 6 | 6 | 2 |
| β_j | 4 | 8 | 6 | 9 |

$$\beta_j = \max_{i \in 1, n} q_{ij}$$

| | y_1 | y_2 | y_3 | y_4 |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | $p_1 = 0,5$ | $p_2 = 0,2$ | $p_3 = 0,2$ | $p_4 = 0,1$ |
| x_1 | 1 | 4 | 5 | 9 |
| x_2 | 3 | 8 | 4 | 3 |
| x_3 | 4 | 6 | 6 | 2 |
| β_j | 4 | 8 | 6 | 9 |

Обчислимо середні виграші відомого розподілу

ймовірностей $Q_B = \sum_{j=1}^m q_{ij} \cdot p_j$

$$Q(x_1) = 0,5 \times 1 + 0,2 \times 4 + 0,2 \times 5 + 0,1 \times 9 = 3,2;$$

$$Q(x_2) = 0,5 \times 3 + 0,2 \times 8 + 0,2 \times 4 + 0,1 \times 3 = 4,2;$$

$$Q(x_3) = 0,5 \times 4 + 0,2 \times 6 + 0,2 \times 6 + 0,1 \times 2 = 4,6.$$

Оптимальна стратегія – x_3

$$E = \frac{mv^2}{2}$$

Обчислимо матрицю ризиків за співвідношенням

$$e = mc^2$$

$$r_{ij} = \beta_j - q_{ij}$$

| | y_1 | y_2 | y_3 | y_4 |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | $p_1 = 0,5$ | $p_2 = 0,2$ | $p_3 = 0,2$ | $p_4 = 0,1$ |
| x_1 | 3 | 4 | 1 | 0 |
| x_2 | 1 | 0 | 2 | 6 |
| x_3 | 0 | 2 | 0 | 7 |
| β_j | 4 | 8 | 6 | 9 |

Обчислимо середні ризики $Q_R = \sum_{j=1}^m r_{ij} \cdot p_j$

$$Q_R(x_1) = 0,5 \times 3 + 0,2 \times 4 + 0,2 \times 1 + 0,1 \times 0 = 2,5;$$

$$Q_R(x_2) = 0,5 \times 1 + 0,2 \times 0 + 0,2 \times 2 + 0,1 \times 6 = 1,5;$$

$$Q_R(x_3) = 0,5 \times 0 + 0,2 \times 2 + 0,2 \times 0 + 0,1 \times 7 = 1,1.$$

Оптимальна стратегія – x_3

$$E = \frac{mv^2}{2}$$

За критерієм Лапласа:

$$e = mc^2$$

$$Q_L = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m q_{ij} \Rightarrow \max_{i \in 1, n}$$

$$Q_L(x_1) = 0,25 \times (1 + 4 + 5 + 9) = 4,75;$$

$$Q_L(x_2) = 0,25 \times (3 + 8 + 4 + 3) = 4,50;$$

$$Q_L(x_3) = 0,25 \times (4 + 6 + 6 + 2) = 4,50.$$

Оптимальна стратегія – x_1

За критерієм Севіджа:

$$Q_S = \max_{j \in 1, m} r_{ij} \Rightarrow \min_{i \in 1, n}$$

$$Q_S(x_1) = 4;$$

$$Q_S(x_2) = 6;$$

$$Q_S(x_3) = 7.$$

Оптимальна стратегія – x_1

$$E = \frac{mv^2}{2}$$

$$e = mc^2$$

Комбіновані критерії

Критерій песимізму-оптимізму Гурвіца. Відповідно до цього критерію, обираючи розв'язок, не варто орієнтуватися ні на песимізм, а ні на оптимізм. Слід узяти певну їх комбінацію, задавши **коефіцієнт песимізму λ , $0 \leq \lambda \leq 1$** . Коли $\lambda = 1$, отримаємо **критерій максиміну**, а в разі $\lambda = 0$ – **крайній оптимізм** (притаманний азартному гравцеві).

Критерій Гурвіца має вигляд

$$H = \lambda \times \min_{j \in 1, m} q_{ij} + (1 - \lambda) \times \max_{j \in 1, m} q_{ij} \Rightarrow \max_{i \in 1, n}$$

Зрозуміло, що в цьому разі проблему не розв'язано. Її розв'язання перенесено в іншу площину – пошук «правильного» значення коефіцієнта оптимізму.

Критерій Ходжа – Лемана. Ґрунтується на максимінному критерії та критерії Байєса. Параметр ν відповідає **довірі до використовуваного розподілу ймовірностей**. Якщо ступінь довіри великий, то застосовують критерій Байєса, а ні – то переважає складова, що відповідає максимінному критерію.

$$Q_{HL} = \nu \sum_{j=1}^m q_{ij} \cdot p_j + (1 - \nu) \times \min_{j \in 1, m} q_{ij} \Rightarrow \max_{i \in 1, n}$$

У разі $\nu = 1$ отримуємо **критерій Байєса**, а для $\nu = 0$ – **критерій максимуму**.

Критерій найчастіше застосовують за наступних умов:

- ❖ ухвалення рішення теоретично допускає нескінченно багато реалізацій;
- ❖ за небагатьох реалізацій можливий певний ризик.

$$e = mc^2$$

Приклад. Прийняття рішень у разі за кількома критеріями

Задано матрицю гри з природою.

| | y_1 | y_2 | y_3 | y_4 |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| x_1 | 19 | 30 | 41 | 49 |
| x_2 | 51 | 38 | 10 | 20 |
| x_3 | 73 | 18 | 81 | 11 |

Потрібно обрати альтернативи за критеріями Вальда, Гурвіца з $\lambda = 0,6$ і Севіджа.

$$E = \frac{mv^2}{2}$$

Критерій Гурвіца

$$e = mc^2$$

$$H = \lambda \times \min_{j \in 1, m} q_{ij} + (1 - \lambda) \times \max_{j \in 1, m} q_{ij} \Rightarrow \max_{i \in 1, n}$$

| | y_1 | y_2 | y_3 | y_4 | min | max | $\lambda=0,6$ |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|---------------|
| x_1 | 19 | 30 | 41 | 49 | 19 | 49 | 31 |
| x_2 | 51 | 38 | 10 | 20 | 10 | 51 | 26 |
| x_3 | 73 | 18 | 81 | 11 | 11 | 81 | 38 |
| β_j | 73 | 38 | 81 | 49 | 38 | 81 | 38 |

Матриця ризиків така:

| | y_1 | y_2 | y_3 | y_4 | max |
|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| x_1 | 54 | 8 | 40 | 0 | 54 |
| x_2 | 22 | 0 | 71 | 29 | 71 |
| x_3 | 0 | 20 | 0 | 38 | 38 |

За критерієм Вальда оберемо стратегію x_2 , за критерієм

Гурвіца з $\lambda = 0.6$ — x_3 . Севіджа — x_2 .

$$E = mc^2$$

$$F = ma$$

Висновки

$$g \approx 9,8 \text{ m/s}$$

$$E = \frac{mv^2}{2}$$

1. Прийняття рішень – вибір одного варіанту з деякої множини варіантів (альтернатив) або звуження цієї множини. Це процес, спрямований на вибір найкращого варіанту дій.
2. Процес прийняття рішення – це послідовність процедур, що приводять до знаходження рішення.
3. Раціональне рішення – вибір, що не залежить від минулого досвіду, а обґрунтовується в ході об'єктивного аналітичного процесу.
4. Методи прийняття рішень є діями, що регламентуються, і способами за рішенням завдань вибору альтернатив.
5. Задачі прийняття рішень в умовах невизначеності за ідеями та методами близькі до теорії ігор. Основна їх відмінність полягає в тому, що немає конфліктного забарвлення — ніхто нікому не протидіє, але є елемент невизначеності.

Питання для самоконтролю

1. Сформулюйте особливості рішення як вибору.
2. Розкрийте особливості організаційних, програмованих, непрограмованих та інтуїтивних рішень.
3. Охарактеризуйте раціональні рішення та ті, що ґрунтуються на роздумах.
4. Подайте структурні елементи ситуацій вибору рішень.
5. Охарактеризуйте основні види рішень стосовно ризику.
6. Назвіть і коротко охарактеризуйте основні етапи процесу прийняття рішень.
7. Опишіть способи виявлення і описання проблемної ситуації.
8. Яке значення інформаційних і поведінкових обмежень у прийнятті рішення?
9. Як оцінюють очікуваний ефект дій у прийнятті рішень?
10. Назвіть основні градації рівня невизначеності та розкрийте їх зміст.

$$E = mc^2$$

Дякую за увагу!

$$F = ma$$

$$g \approx 9,8 \text{ m/s}$$

$$E = \frac{mv^2}{2}$$