

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВНУТРІШНІХ СПРАВ
ФАКУЛЬТЕТ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ ДЛЯ ПІДРОЗДІЛІВ
КРИМІНАЛЬНОЇ ПОЛІЦІЇ
КАФЕДРА КІБЕРБЕЗПЕКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

ТЕМА:

**СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В УМОВАХ
ВИЗНАЧЕНОСТІ ТА НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ІНФОРМАЦІЇ**

студентка 2 курсу навчання
освітнього ступеню «магістр»
ННІЗДН факультету № 2
Лисенко Анна Едуардівна

Науковий керівник:

кандидат юридичних наук, доцент
Форос Ганна Володимирівна

Рецензент: кандидат юридичних наук,
Мельнікова Олена Олександрівна

Кваліфікаційна робота допущена до захисту

_____ 2022 р., протокол № ____

В.о. завідувача кафедри кібербезпеки та інформаційного забезпечення,
доктор юридичних наук, доцент

_____ А.М. Бабенко

(підпис)

Одеса – 2022

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АІПС – автоматизована інформаційно-пошукова система

АС – автоматизована система

ЗМІ – засоби масової інформації

ЗУ – Закон України

ЕС – експертна система

ІК – інформаційна картка

ІТ – інформаційні технології

ІТС – інформаційно-телекомунікаційна система

ІС – інформаційна система

КЗ – криптографічний захист

ППР – послідовність прийняття рішень

СІТ- сучасні інформаційні технології

СППР - система підтримки прийняття рішень

СУБД – системи управління базами даних

ПЛАН:

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	3
ВСТУП	4
 РОЗДІЛ 1. УМОВИ ВИЗНАЧЕНОСТІ ТА НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ІНФОРМАЦІЇ	 8
1.1. Інформація як основний об'єкт інформаційно-технологічного простору	8
1.2. Умови прийняття рішень залежно від ступеня визначеності або невизначеності інформації	19
Висновки до першого розділу	31
 РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ	 33
2.1. Системи підтримки прийняття рішень: поняття та класифікація	33
2.2. Методи підтримки прийняття рішень	37
2.3. Розробка алгоритмічного та програмного забезпечення СППР	49
Висновки до другого розділу	60
ВИСНОВКИ	62
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	66

ВСТУП

В умовах переходу суспільства від індустріального до інформаційного, інформація та правовідносини, що виникають на її основі потребують дуже детального аналізу, моніторингу та належного програмно-технічного забезпечення. За таких умов головними чинниками економічного зростання визнається не лише високий рівень розвитку науки і технологій, розвинуте конкурентне середовище, державна підтримка інновацій, науки і освіти, але і цілеспрямований розвиток інформаційних відносин у всіх сферах життя.

Як в будь якій інформаційній або комп'ютерній системи ключовим поняття є визначення інформації. Саме інформація виступає основним предметом безпеки експертних систем підтримки та прийняття рішень. З формуванням інформаційного суспільства категорія "інформація" стала ключовою: вона виступає одним із найважливіших факторів системи суспільних відносин. У зв'язку з цим у сучасній філософії, теоретичних і прикладних науках, не можуть підібрати однозначного трактування категорії "інформація".

Коли йдеться про правильне прийняття рішень, покладатися на автоматичні рішення чи умовності, часом може бути небезпечно. Іноді люди не помічають або намагаються знайти важливу інформацію, яка підтримує прийняття рішень. Це може бути викликано різними факторами: упередженістю, нестачею часу, коштів чи інших ресурсів. І при ухваленні рішення завжди існує ризик. Неправильне рішення може призвести до непоправних наслідків.

Таким чином, необхідні деякі системи, які підтримуватимуть діяльність із прийняття рішень. Саме тут виникає система підтримки ухвалення рішень. Це комп'ютерна система, яка допомагає на основі наявної інформації приймати рішення щодо планування, виробництва, операцій та управління.

Ці системи не є особами, що приймають рішення, вони допомагають у прийнятті рішень, пропонуючи ідеї, які люди можуть упустити, та надаючи точні розрахунки. Остаточне рішення залишається за особою, яка приймає рішення.

Система підтримки прийняття рішень – це комп'ютерний додаток, який збирає, об'єднує та аналізує вихідні дані, документи, основи соціальних наук, прикладних наук, математики та управлінських наук, а також особисті знання осіб, які приймають рішення, щоб полегшити прийняття оптимального рішення.

Система підтримки прийняття рішень дозволяє долати бар'єри на шляху до правильного прийняття рішень поряд із: недоліком досвіду, нестачею часу, неправильними розрахунками.

Системи підтримки прийняття рішень завоювали величезну популярність нині, їх часто впроваджують у великих організаціях, цим підвищуючи ефективність процесу прийняття рішень. Вивчення нових технологій, що з розвитком систем підтримки прийняття рішень, є дуже актуальним.

На даний момент у відкритому доступі представлено мало ресурсів, де можна обчислити оптимальну альтернативу з використанням методів прийняття рішення. Підбір методу, а також вирішення практичних завдань популярними методами ППР є необхідними як для наукових обчислень, так і для повсякденного життя – це зумовлює актуальність цієї теми та необхідність розробки такої системи.

Вказанні аспекти зумовлюють потребу в дослідженні проблем стану і розвитку систем підтримки прийняття рішень в умовах визначеності та невизначеності інформації.

Науково-теоретичну основу дослідження складає значна кількість наукових праць, присвячених аналізу специфіки функціонування систем підтримки прийняття рішень та встановлення умов визначеності та невизначеності інформації. Серед сучасних робіт вітчизняних та зарубіжних дослідників цих проблем, в роботі було використано праці: В.А. Авраменко, О.

В. Андрійчук, І.В. Арістової, П.Д. Белякова, М.С., В.К. Гаєвського, В. В.Ковтунець, Б.А. Кормич, В.В. Лунєєва, А.І. Марущака, Н. О Миронова, В.С. Цимбалюка, В.І. Шакуна, С.О. Прокопова, Е.В. Рижкова та інших.

Метою даної кваліфікаційної роботи є дослідження особливостей систем підтримки прийняття рішень в умовах визначеності та невизначеності інформації.

Для досягнення вказаної мети в процесі дослідження ставились і вирішувались такі **завдання**:

- визначити інформація як основний об'єкт інформаційно-технологічного простору;
- дослідити умови прийняття рішень залежно від ступеня визначеності або невизначеності інформації
- охарактеризувати системи підтримки прийняття рішень;
- встановити та дослідити методи підтримки прийняття рішень;
- вивчити методику розробки алгоритмічного та програмного забезпечення систем підтримки прийняття рішень.

Об'єктом дослідження є суспільні правовідносини, що виникають в сфері застосування систем підтримки прийняття рішень в умовах визначеності та невизначеності інформації.

Предметом дослідження є теоретичні та методологічні засади використання систем підтримки прийняття рішень в умовах визначеності та невизначеності інформації.

Методологічною основою дослідження є діалектико-матеріалістичний метод пізнання соціальних явищ і процесів, а також концептуальні положення інформаційного законодавства України, теорії кібернетики та системного аналізу.

В дослідженні використовувались загальнонаукові і спеціальні методи.

Догматичний – при визначенні поняття і структури інформації, а також аналізі та класифікації систем підтримки прийняття рішень, обґрунтуванні висновків і пропозицій за темою дослідження.

Теоретичне підґрунтя магістерської роботи становлять наукові праці вчених управлінців, фахівців з теорії інформації, а також, залежно від змісту розглядуваних питань інформаційного права, інформатики, теорії інформації та кібернетики, системного аналізу.

Апробація результатів магістерської роботи. Основні положення роботи були відображені в матеріалах науково-практичної конференції «Кібербезпека в Україні: правові та організаційні питання»(Одеса, 19 листопада 2021 р.).

Структура роботи обумовлена предметом, методологією дослідження та завданнями викладення матеріалу. Дипломна робота складається із вступу, двох розділів, п'яти підрозділів, висновків та списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи становить 70 сторінок, із них список використаних джерел становить 42 найменування і розташований на 5 сторінках.

РОЗДІЛ 1. УМОВИ ВИЗНАЧЕНОСТІ ТА НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ІНФОРМАЦІЇ

1.1. Інформація як основний об'єкт інформаційно-технологічного простору

Слово інформація походить від латинського «informatio» - виклад, роз'яснення, тлумачення, подання, поняття, обізнаність, просвіта. Поняття інформації неодноразово змінювалось, його межі то розширювалися, то звужувалися. Сучасна наука трактує поняття інформації як окремої самостійної субстанції, яка може передаватись та породжувати новий інформаційний простір.

Важко переоцінити ту роль, яку відіграє у розвитку сучасного суспільства інформація. Можна без перебільшення сказати, що сучасне суспільство є суспільством інформації, її ерою. Ця ера настала з ХХ століття. Інформація дозволяє людству активно працювати з природою, допомагає провести інтеграцію людських зусиль. Причому не тільки у певних галузях, а в усій людській діяльності в цілому. Зараз інформація стала основним ресурсом людства, базою соціального і технічного розвитку. У наш час проблеми інформації одні з найпопулярніших у науці. Зі створенням теорії інформації посилення на неї часто трапляються в працях учених найрізноманітніших спеціальностей.

Інформаційні системи, інформаційні ресурси, інформаційні технології можуть виступати як об'єкт інформаційних відносин, оскільки є похідними від поняття «інформація» та мають інформаційний характер. Це пояснюється тим, що інформація не може існувати без матеріального носія, тому об'єктом правовідносин можуть бути й інформаційні ресурси, інформаційні системи, технології та засоби їх забезпечення. Отже, інформація має бути матеріалізована, тобто зафіксована на будь-яких носіях у зрозумілій для особи формі.

Інформація як об'єкт регулювання має свої особливості:

- значимість інформації залежить від її змісту;
- інформація може бути представлена на будь-яких носіях, відповідно до цього і у різних формах;
- інформація може знаходитися у володінні, користуванні, розпорядженні як однієї особи, так і невизначеного кола осіб;
- право на інформацію закріплюється та гарантується законами України;
- зміст інформації має відповідати вимогам законів.

Основним об'єктом інформаційно-технологічного простору є інформація. До об'єктів інформаційно-технологічного простору в першу чергу відносять інформаційні ресурси, програми, книги, журнали, засоби зв'язку та багато інших.

Розглянемо більш детально інформацію як основний об'єкт інформаційно-технологічного простору. З формуванням інформаційного суспільства категорія "інформація" стала ключовою: вона виступає одним із найважливіших факторів системи суспільних відносин. У зв'язку з цим у сучасній філософії, теоретичних і прикладних науках, не можуть підібрати однозначного трактування категорії "інформація".

В науковій та спеціальній літературі існує чимало визначень інформації залежно від галузі науки, сфери людської діяльності, де цей термін використовується. Питанням дослідження різних видів інформації, визначення її ролі в системі управління, теорії аналізу та обробки соціальної інформації, методології й методики створення різних інформаційних систем у певних сферах людської діяльності присвячено багато праць [17;22; 20].

Як свідчать дослідження, сьогодні це визначення залежить від різних чинників (критеріїв). Зазначимо деякі з них: конкретна галузь знань чи суспільного життя, у якій ведеться дослідження (предметна галузь суспільних відносин, організація управління соціальною системою тощо); характер завдань, для яких вводиться це поняття; інші критерії.

Сучасні визначення категорії "інформація" намагаються відобразити спочатку філософську її суть, а потім – найважливіші властивості сфери суспільних відносин. Ось деякі з них:

- інформація – визначення змісту, отриманого з навколишнього світу;
- інформація – комунікація, зв'язок, у процесі якого встановлюється невизначеність;
- інформація – будь-яка сукупність сигналів, діянь чи відомостей,
- інформація – передача знань про різноманіття природи[22, с. 23].

У загальному розумінні інформація - це певні відомості, сукупність певних даних, знань. У філософській науці прийнято виділяти два аспекти існування інформації як субстанції – атрибутивний та функціональний.

Прихильники першого розглядають інформацію як об'єктивну властивість усіх матеріальних об'єктів (інформація – атрибут матерії); прихильники другого стверджують, що інформація є умовою і результатом спрямованої активності й тому вона виникає тільки на соціально-свідомому рівні. Не викликає сумніву, що інформація, якою обмінюються члени суспільства, обов'язково пов'язана з відбиттям реальності. Ще Н. Вінер розумів під інформацією позначення змісту, який надходить із зовнішнього світу у процесі пристосування до нього людини. При цьому слід підкреслити різницю у ставленні до пошуку та обробки інформації людини та машини.

У вузькому значенні теорія інформації – це математична теорія передачі повідомлень у системах зв'язку. Виникла вона внаслідок досліджень американського вченого К. Шеннона. Основні її постулати такі. Повідомлення (точніше, їх коди) надходять з джерела інформації через канал зв'язку до приймача інформації. Ці повідомлення змінюють систему знань (тезаурус) приймача, зменшують рівень його розмаїття, невизначеності, який вимірюється ентропією. Ентропія системи повідомлень визначається їх вірогідностями як

середнє значення логарифмів величин, які є зворотними до цих вірогідностей. Виміряти середню кількість інформації можна по зменшенню ентропії сприймача у результаті зміни його уявлень. До речі, звідси й приходить одиниця виміру інформації. Вона визначається кількістю інформації про те, яка з двох однаково вірогідних подій реалізувалася і називається «біт» (початок і кінець англійського словосполучення *binarydigit* (бінарний розряд). Теорія інформації знайшла розвиток у кібернетиці. Саме за допомогою теорії інформації вдалося науково довести загальновідомий принцип кібернетики про те, що розмаїття системи управління має бути не нижче розмаїття об'єкта, який керується цією системою.

Одні з прихильників теорії інформаційної революції – американці Р. Кохане та Дж. Най класифікують всю інформацію, що обертається в сучасному Світі, за трьома типами: вільна інформація, комерційна інформація та стратегічна інформація [17, с. 85].

До вільної інформації можна віднести таку, що розповсюджується безкоштовно. До такої вільної інформації відносяться програми громадського телебачення, радіомовлення, політична реклама, різного роду інформаційні акції, вільна інформація, розміщена в мережі Інтернет тощо. Стрімке, практично в геометричній прогресії зростання потоків та обсягів вільної інформації, яке носить характер інформаційного вибуху, вбачається одним з результатів інформаційної революції.

Інший різновид інформації – комерційна, тобто та інформація, яка виробляється з метою отримання прибутку у вигляді компенсації за її використання іншими, набуває в наші дні все більшого поширення. Взагалі, однією з ознак формування інформаційного суспільства є те, що інформація сама по собі стала товаром, при чому товаром, що має стратегічне значення для держави і суспільства. Поступово навіть рівень економічної могутності держави починає вимірюватись не лише обсягами та рівнем матеріального виробництва, а саме обсягами виробництва та поширення інформації.

Як зазначають фахівці в галузі економіки: “З економічної точки зору інформація представляє собою неречовий продукт інтелектуальної діяльності людини і суспільства” [22, с. 36].

При цьому виробництво та розповсюдження інформації на сьогоднішній день є одним з найприбутковіших видів бізнесу, що підтверджується результатами роботи тієї ж корпорації Microsoft, лідера на ринку інформаційних технологій.

Однією з найхарактерніших ознак інформаційної революції в цій сфері стало народження електронної комерції, яка розвивається у відповідності до всіх законів ринку та вільної конкуренції. В сфері електронної комерції найбільш яскраво проявляється та модель ринкових відносин, яка чекає наше суспільство в майбутньому і ця модель ставить перед законодавцем непрості проблеми щодо правового регулювання таких відносин.

Отже, з точки зору теорії інформації, інформація – це зміст повідомлення про сукупність явищ і подій, що представляють інтерес для зацікавлених осіб та організацій, підлягають реєстрації та обробці. При цьому за інформацію вважаються лише ті дані та зведення, які несуть дещо нове, раніше невідоме для споживача (суб'єкта управління).

Як зазначив відомий дослідник цієї галузі Афанасьєв В.Г., інформація – це знання, але не всі знання, які має людство, а лише та їхня частина, яка використовується для орієнтування, для активного впливу, для управління [20, с. 38].

Згідно Закону України “Про інформацію”, інформація - це будь-які відомості та/або дані, які можуть бути збережені на матеріальних носіях або відображені в електронному вигляді [10, ст. 1].

Відсутність однозначного визначення поняття "інформація" можна вважати природним явищем. Навряд чи є потреба шукати загальне (абстрактне)

його визначення, що охоплює всю багатогранність, багатоаспектність його буття. Воно неминуче буде або дуже загальним, або надто заплутаним.

Основна функція інформації полягає в повідомленні суб'єкту про стан середовища, в якому проходить його життєдіяльність, у зниженні ступеня невизначеності тієї чи іншої ситуації.

До юридичних властивостей інформації належать ті, що безпосередньо зумовлюють специфіку правового регулювання суспільних відносин щодо інформації.

Фізична невідчужуваність інформації полягає в тому, що інформація не здатна відчужуватись від людини її носія. В більш широкому тлумаченні, ця властивість може бути перенесена і на юридичних осіб, суб'єктів інформаційних відносин. Під час передавання (поширення) від одної особи до іншої інформація може залишатися в обох, навіть виробник інформації здебільшого зберігає комплекс авторських прав на інформацію.

Необхідність відособлення інформації-передбачає, що для залучення у врегульований правом обіг інформація має бути відокремлена від її виробника способом подання її у формі сигналів, знаків, звуків, рухомих або нерухомих зображень чи іншим способом і в такій формі передана іншим суб'єктам інформаційних відносин.

Незалежність прав на інформацію та на її матеріальний носій-юридична властивість інформації, що захищена правом інтелектуальної власності полягає в тому, що інформація на матеріальних носіях одночасно є інформацією (змістом) та матеріальним носієм. У більш загальному розумінні можна сказати, що право на інформацію і право власності на матеріальний носій інформації не залежать одне від одного. Відчуження матеріального носія не означає відчуження права на інформацію і навпаки.

Здатність до тиражування - це властивість інформації, яка безпосередньо пов'язана з такою її характеристикою, як невичерпність. Ця властивість є

ключовою для правового регулювання діяльності щодо розповсюдження інформації, адже останню можна копіювати (тиражувати) необмежену кількість разів, і при цьому вона не зменшується в обсязі і не втрачає своїх споживчих якостей.

Залежно від джерел, форми і засобів зберігання та розповсюдження інформація може бути прихованою, відкритою, масовою, приватною, об'єктивною і необ'єктивною тощо. Характерним для інформації є також те, що кожна її різновидність має свій антипод. Так, у найзагальнішому плані, залежно від доступності, інформація поділяється на доступну і недоступну для певного суб'єкта.

Доступність інформації обумовлена не лише її юридичним статусом, а й фактичними умовами її використання для різних суб'єктів. Для визначення юридичних аспектів вживається поняття "порядок доступу". За порядком доступу інформація поділяється на відкриту інформацію та інформацію з обмеженим доступом. Для визначення останньої вживається ще закрита, або секретна, тобто така, що з тих чи інших міркувань являє собою таємницю і розповсюдження якої можливе лише за згодою органів, уповноважених контролювати питання пов'язані з цією інформацією. Обмеженню доступу підлягає інформація, а не документ. Якщо документ містить інформацію з обмеженим доступом, для ознайомлення надається інформація, доступ до якої необмежений. Інформація з обмеженим доступом у свою чергу поділяється на конфіденційну, таємну і службову.

Обмеження доступу до інформації здійснюється відповідно до закону при дотриманні сукупності таких вимог:

- 1) виключно в інтересах національної безпеки, територіальної цілісності або громадського порядку з метою запобігання заворушенням чи злочинам, для охорони здоров'я населення, для захисту репутації або прав інших людей, для

запобігання розголошенню інформації, одержаної конфіденційно, або для підтримання авторитету і неупередженості правосуддя;

2) розголошення інформації може завдати істотної шкоди цим інтересам;

3) шкода від оприлюднення такої інформації переважає суспільний інтерес в її отриманні.

Конфіденційною є інформація про фізичну особу, а також інформація, доступ до якої обмежено фізичною або юридичною особою, крім суб'єктів владних повноважень. Конфіденційна інформація може поширюватися за бажанням (згодою) відповідної особи у визначеному нею порядку відповідно до передбачених нею умов, а також в інших випадках, визначених законом.

Таємна інформація - інформація, доступ до якої обмежується відповідно до вищезазначених вимог, і розголошення якої може завдати шкоди особі, суспільству і державі. Таємною визнається інформація, яка містить державну, професійну, банківську таємницю та іншу передбачену законом таємницю.

Відповідно до Закону України «Про доступ до публічної інформації» до службової може належати така інформація:

- що міститься в документах суб'єктів владних повноважень і становлять внутрішню службову кореспонденцію, доповідні записки, рекомендації, якщо вони пов'язані з розробкою напряму діяльності установи або здійсненням контрольних, наглядових, функцій органами державної влади, процесом прийняття рішень і передують публічному обговоренню та/або прийняттю рішень;

- зібрана в процесі оперативно-розшукової, контр розвідувальної діяльності, у сфері оборони країни, яку не віднесено до державної таємниці.

Відкрита - інформація, якою дозволено користуватися широкому загалу. Існує певний зв'язок між реальною доступністю інформації та режимом доступу до неї. Він проявляється у праві на інформацію та його реалізації.

Існує наступна класифікація видів інформації, які обумовлюють її характер (функції) щодо:

- призначення: сигнальна, документальна, довідкова;
- надаваних відомостей: бібліографічна, реферативна, оглядова;
- вірогідності: наукова, офіційна, неофіційна;
- обсягу: повна, неповна, вибіркова, надлишкова;
- виникнення: оперативна, поточна;
- розподілу: періодична, випадкова, по запиті, депонована;
- використання: вхідна, робоча, вихідна;
- носіїв і способу представлення: письмова, електронна, звукова, графічна.

Відповідно до Розділу II Закону України "Про інформацію" існує класифікація інформації за змістом:

- інформація про фізичну особу (персональні дані) - відомості чи сукупність відомостей про фізичну особу, яка ідентифікована або може бути конкретно ідентифікована;

- інформація довідково-енциклопедичного характеру - систематизовані, документовані, публічно оголошені або іншим чином поширені відомості про суспільне, державне життя та навколишнє природне середовище;

- інформація про стан довкілля (екологічна інформація) - відомості та/або дані про: стан складових довкілля та його компоненти, включаючи генетично модифіковані організми, та взаємодію між цими складовими; фактори, що впливають або можуть впливати на складові довкілля (речовини, енергія, шум і випромінювання, а також діяльність або заходи, включаючи адміністративні, угоди в галузі навколишнього природного середовища, політику, законодавство, плани і програми); стан здоров'я та безпеки людей, умови життя людей, стан

об'єктів культури і споруд тією мірою, якою на них впливає або може вплинути стан складових довкілля; інші відомості та/або дані.

- інформація про товар (роботу, послугу) - відомості та/або дані, які розкривають кількісні, якісні та інші характеристики товару (роботи, послуги).

- науково-технічна інформація - будь-які відомості та/або дані про вітчизняні та зарубіжні досягнення науки, техніки і виробництва, одержані в ході науково-дослідної, дослідно-конструкторської, проектно-технологічної, виробничої та громадської діяльності, які можуть бути збережені на матеріальних носіях або відображені в електронному вигляді;

- науково-технічна інформація - будь-які відомості та/або дані про вітчизняні та зарубіжні досягнення науки, техніки і виробництва, одержані в ході науково-дослідної, дослідно-конструкторської, проектно-технологічної, виробничої та громадської діяльності, які можуть бути збережені на матеріальних носіях або відображені в електронному вигляді;

- податкова інформація - сукупність відомостей і даних, що створені або отримані суб'єктами інформаційних відносин у процесі поточної діяльності і необхідні для реалізації покладених на контролюючі органи завдань і функцій у порядку, встановленому Податковим кодексом України;

- правова інформація - будь-які відомості про право, його систему, джерела, реалізацію, юридичні факти, правовідносини, правопорядок, правопорушення і боротьбу з ними та їх профілактику тощо;

- статистична інформація - документована інформація, що дає кількісну характеристику масових явищ та процесів, які відбуваються в економічній, соціальній, культурній та інших сферах життя суспільства;

- соціологічна інформація - будь-які документовані відомості про ставлення до окремих осіб, подій, явищ, процесів, фактів тощо [10].

Для задоволення своїх інформаційних потреб суб'єкти інформаційної діяльності використовують певні джерела інформації. А оскільки поняття

"джерело інформації" вживається надзвичайно широко, то, щоб уникнути ускладнень у роботі, аналітику треба добре розуміти, яке змістове навантаження несе цей термін у кожному конкретному випадку.

У загальному розумінні під джерелами інформації розуміють документи та інші носії інформації, які являють собою матеріальні об'єкти, що зберігають інформацію, а також повідомлення засобів масової інформації, публічні виступи.

З поняттями "джерело інформації" та "документ" пов'язаний термін "носій інформації (даних)", який в науковій літературі визначається як матеріальний об'єкт, призначений для зберігання даних.

Таким чином, згідно діючому законодавству, інформація - це будь-які відомості та/або дані, які можуть бути збережені на матеріальних носіях або відображені в електронному вигляді. На відміну від даних інформація має якісні та кількісні характеристики, і отримується в результаті застосування відповідних методів або прийомів. На цей час в науковій літературі відсутнє однозначне тлумачення інформації, і доволі часто її визначають через функціональне призначення. Але саме з формуванням інформаційного суспільства змінилося ставлення до інформації та її соціального значення в суспільстві.

1.2. Умови прийняття рішень залежно від ступеня визначеності або невизначеності інформації

Одним з найважливіших чинників, що беруть участь у процесі обґрунтування і прийняття рішення, є ступінь визначеності інформації стосовно проблеми і наявних альтернатив. Часто особа, яка має ухвалити управлінське рішення, діє в умовах невизначеності, тобто володіє недостатньою кількістю інформації для упевненої організації дій в процесі обґрунтування і прийняття рішення. Тому при обґрунтуванні і прийнятті рішення необхідно завжди враховувати умови, в яких функціонує певна організація або підприємство залежно від ступеня визначеності або невизначеності інформації та прогнозувати рішення та їх результати в різних ситуаціях.

Виходячи з того, що рішення приймаються в різних умовах і обставинах, з огляду на кількість та якість інформації, необхідної для ухвалення рішення, виділяють рішення, які прийняті в умовах:

- визначеності (вірогідності, упевненості);
- ризику (імовірнісної визначеності);
- невизначеності (ненадійності) [2;12;31].

Рішення приймається в умовах визначеності, коли керівник у точності знає результат кожного з альтернативних варіантів вибору [31]. Наприклад, керівник може, щонайменше, на найближчу перспективу, точно встановити, якими будуть витрати на виробництво певного виробу, оскільки орендна плата, вартість сировини, матеріалів і робочої сили відомі або можуть бути розраховані з високою точністю. Однак на практиці важко оцінити чинники, що створюють умови для ухвалення рішення, тому лише деякі господарські рішення приймаються в умовах визначеності. А найчастіше елементи більш великих рішень є визначеними (детерміністськими) [8, 14].

Наступний приклад, розміщуючи тимчасово вільні кошти на депозитному рахунку банку на певний період часу, керівник вправі очікувати їх повернення з обумовленим наперед відсотком приросту. Умови повернення, час та загальна кількість коштів передбачається майже з 100% імовірності (хоча не можна виключати дії різного роду форс-мажорних обставин — банкрутство банку, зміна суспільного устрою, стихійні лиха тощо).

Так само, можна розрахувати наперед собівартість майбутньої продукції, якщо відомі всі складові, від яких залежить її формування (вартість оренди промислових будівель та споруд, виробничих потужностей, енергоносіїв, сировинних, трудових, інформаційних та інших ресурсів, які знадобляться для цього).

При прийнятті управлінських рішень завжди важливо враховувати фактор ризику. Поняття “ризик”, у даному випадку, використовується як рівень визначеності, з якою можна прогнозувати результат. Рішення приймаються у різних обставинах по відношенню до ризику. Ризик – можлива небезпека, дія навімання, що вимагає, з одного боку, сміливості в надії на щасливий результат, з іншого боку – врахування математичного обґрунтування ступеня ризику [1].

До рішень, прийнятих в умовах ризику, відносяться такі, результати яких не є визначеними, але ймовірність кожного результату відома. Імовірність визначається як ступінь можливості здійснення даної події та змінюється від 0 до 1. Сума ймовірностей всіх альтернатив має дорівнювати одиниці. В умовах визначеності існує лише одна альтернатива [1;12].

Рішення приймаються в умовах **ризiku**, коли керівник повинен бути готовим свідомо йти на ризик, оскільки поряд з ризиком понести витрати (втрати) існує імовірність отримання доходів. Управлінська практика свідчить, що рішення, здатні забезпечити отримання високих результатів, є найбільш ризиковими. Досягнення великих успіхів у бізнесі без ризику є утопією. У всі часи процвітання фірми залежало від готовності та вміння керівника йти на

ризик. Керівник, який уникає ризикових рішень, вважається небезпечним для організації, оскільки спонукає її до застою.

В умовах командно-адміністративної системи ризик підприємств (якщо він був) брала на себе держава. В даний час ситуація змінилася, підприємства мають можливість вибору партнерів та поведінки на ринку, тобто працюють на основі аналізу та оцінки різних альтернатив. В свою чергу, існування альтернатив розвитку та можливостей вибору породжує ризик. Менеджмент у цій ситуації розглядається як наука і мистецтво, оскільки передбачає поєднання знань, досвіду та інтуїції.

За джерелами виникнення ризик поділяють на:

- *господарський;*
- *пов'язаний з особистістю людини;*
- *обумовлений природними чинниками.*

Причинами виникнення ризику можуть бути:

- *невизначеність майбутнього;*
- *непередбаченість поведінки партнера;*
- *нестача інформації.*

До рішень, які приймаються в умовах ризику, відносяться такі, результати яких не є визначеними, але імовірність кожного результату відома. Імовірність визначається як ступінь можливості здійснення даної події і вимірюється від 0 до 7, або у відсотках. Сума імовірностей всіх альтернатив складає одиницю (100%). В умовах визначеності існує лише одна альтернатива.

Імовірності поділяються на дві категорії: об'єктивні та суб'єктивні.

Об'єктивна імовірність заснована на інформації за певний минулий період. Однак у багатьох випадках менеджер не має інформації про попередній період і повинен розраховувати лише на свою особисту оцінку ситуації, тобто у цьому випадку використовується показник суб'єктивної імовірності. Таким чином, здатність давати імовірнісну оцінку ситуації заснована на наявності неповної, але

достовірної інформації, а також на досвіді, інтуїції, розумових здібностях керівника. В такій ситуації доречно говорити про менеджмент як про науку та мистецтво. Цілком зрозуміло, що навіть при наявності імовірнісних оцінок можливих альтернатив менеджер ризикує. Необхідність прийняття рішень в умовах ризику приводить до необхідності розрахунку математичного сподівання.

Імовірність є об'єктивною, коли її можна визначити математичними методами або шляхом статистичного аналізу накопиченого досвіду, якщо надійде досить інформації для того, щоб прогноз виявився статистично достовірним. У багатьох випадках підприємство не має достатньої інформації для об'єктивної оцінки ймовірності, проте, досвід керівництва підказує, що саме може швидше за все трапитися з високою вірогідністю. У такій ситуації керівник може використати судження про можливість здійснення альтернатив з тією або іншою суб'єктивною або передбачуваною ймовірністю [38].

Рішення приймається в умовах невизначеності, коли неможливо оцінити ймовірність потенційних результатів. Це трапляється тоді, коли чинники, що потребують врахування, є настільки новими й складними, що про них неможливо одержати досить релевантної інформації. У підсумку ймовірність певного наслідку неможливо передбачити з достатнім ступенем вірогідності [38].

Невизначеність визначається як не цілком виразна, неточна, неясна або ухильна інформація про будь-який об'єкт або процес [12]. Невизначеність характерна для деяких рішень, які доводиться приймати у швидко мінливих обставинах [12]. Джерелами невизначеності очікуваних умов у розвитку підприємства є впливи чинників його зовнішнього і внутрішнього середовища: поведінка конкурентів, персоналу, технічні й технологічні процеси, зміни законодавства тощо. Найвищим потенціалом невизначеності володіє соціокультурне, політичне і наукомістке середовище. Невизначеність – основна причина появи ризиків. Тому зменшення обсягу невизначеностей, що

викликають ризики втрат, є важливим завданням як для керівників, так і для фахівців [14].

Р. І. Трухаєв також вважає, що невизначеність у прийнятті рішень обумовлена недостатньою надійністю і кількістю інформації, на основі якої особа здійснює вибір рішення. Виходячи з цього, дослідник виділяє такі види невизначеності:

- принципіальна невизначеність;
- невизначеність, що виникла внаслідок великої кількості об'єктів або елементів, що враховуються у ситуації;
- невизначеність, що виникла через нестачу інформації та її вірогідності внаслідок низки причин;
- невизначеність, що спричинена занадто високою платою за визначеність;
- невизначеність, що спричинена особою, що приймає рішення, внаслідок нестачі її досвіду та знання чинників, що впливають на прийняття рішення;
- невизначеність, що пов'язана з обмеженнями, які заважають прийняттю рішення;
- невизначеність, що виникла під впливом динамічного стану оточення або поведінкою супротивника, який впливає на процес прийняття рішення.

Е. А. Смірнов залежно від обсягу незрозумілої або відсутньої інформації розподіляє невизначеність на чотири рівні:

- 10-15% – низький рівень, що не впливає на перелік і зміст типових процедур ухвалення рішення;
- 40-50% – середній рівень, що не впливає на перелік, але потребує перегляду змісту процедур ухвалення рішення;
- 70-80% – високий рівень, що потребує перегляду переліку й змісту процедур ухвалення рішення;

- 90-100% – надвисокий рівень, що перебуває поза розумінням фахівців для ухвалення рішення [12].

Стикаючись з невизначеністю, керівник може використовувати різні можливості:

а) спробувати отримати додаткову релевантну інформацію і на її основі ще раз проаналізувати проблему;

б) діяти у відповідності з минулим досвідом, інтуїцією і зробити припущення про імовірність подій.

В умовах невизначеності ситуації корисно розраховувати:

- *очікуване значення;*
- *середнє квадратичне відхилення;*
- *коефіцієнт варіації.*

Очікуване значення показника — середня зважена, де в якості ваги використовуються імовірності відбуття подій, а в якості величин, що усереднюються — значення показника при кожному з можливих варіантів. Це можна зобразити формулою:

$$\bar{A} = A_i \times P_i,$$

де $\bar{A}$ - очікуване значення;

A_i - значення при i -тому варіанті;

P_i - імовірність настання i -того варіанту.

Середнє квадратичне відхилення розраховується як квадратний корінь із середньозваженого квадрату відхилень від очікуваного значення, тобто:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n (A_i - \bar{A})^2 \cdot P_i}$$

+Середнє квадратичне відхилення — це абсолютна міра ризику. Чим вище середнє квадратичне відхилення, тим вищий ризик.

Коефіцієнт варіації (CV) є мірою відносної дисперсії (відносний ступінь ризику).

$$CV = \sigma \cdot \frac{\sigma}{A};$$

У [3] виділено три основні види невизначеності, які, за суттю, є умовами визначеності, ризику та невизначеності:

- повна невизначеність (такий вид невизначеності, який характеризується близькою до 0 прогнозованістю настання події);
- повна визначеність (такий вид невизначеності, який характеризується близькою до 1 прогнозованістю настання події);
- часткова невизначеність (такий вид невизначеності, який характеризується тим, що вірогідність настання події а, отже, і ступінь прогнозованості знаходяться в межах від 0 до 1).

Зіштовхуючись із невизначеністю керівник може використати дві основні можливості. По-перше, спробувати одержати додаткову релевантну інформацію і ще раз проаналізувати проблему. Цим часто вдається зменшити новизну й складність проблеми у поєднанні з накопиченим досвідом, здатністю до судження та/або інтуїцією, щоб додати ряду результатів суб'єктивну або передбачувану ймовірність. Друга можливість – діяти у точній відповідності до минулого досвіду, суджень або інтуїції та зробити припущення про ймовірності подій. Це необхідно, коли бракує часу на збір додаткової інформації, або витрати на неї є надто високими. Тимчасові та інформаційні обмеження мають найважливіше значення при обґрунтуванні й прийнятті господарських рішень [14].

Слід зазначити, що не можна змішувати ситуації невизначеності й ризику, оскільки вони є принципово різними у силу критеріїв, які застосовуються при

виборі оптимального рішення. При ризику ймовірність настання наслідків ухвалення рішення часто виражається через математичне очікування, а в ситуації невизначеності відсутня ймовірність наслідків ухвалення рішення. У ряді випадків у ситуації невизначеності корисно міняти стратегію поведінки відповідно до обраних критеріїв.

Отже, в процесі прийняття господарського рішення є низка ситуацій, які характеризуються тим чи іншим ступенем невизначеності і вимагають для свого опису такі моделі і алгоритми, які містять у собі можливість врахування невизначеності для отримання рішення і результатів, що відповідають запланованим.

Важливим елементом процесу прийняття і виконання господарського рішення є контроль. Контроль за виконанням господарських рішень – це одна з функцій управління, яка дозволяє виявити відхилення фактичних результатів, отриманих внаслідок ухвалення господарського рішення, від запланованих результатів для вчасного попередження несприятливого відхилення і забезпечення позитивного результату (наслідків) реалізації господарського рішення. Головною причиною необхідності проведення контролю є невизначеність

В науковій літературі виділяють три основних види контролю [1;12; 14]: попередній; поточний; підсумковий (завершальний).

Види контролю за процесом виконання господарських рішень

Вид контролю	Сутність
Попередній контроль	Передбачає перевірку правильності поставлених цілей (які мають бути досягнуті в результаті прийняття певного рішення), їх відповідності запланованим діям, наявність і готовність матеріальних, трудових і фінансових ресурсів та обмежень у їх використанні, часу
Поточний контроль	Передбачає безпосереднє спостереження за виконанням запланованих дій для досягнення мети, поставленої господарським рішенням, моніторинг внутрішнього і зовнішнього середовищ підприємства, аналіз можливих відхилень та їх попередження
Підсумковий контроль	Передбачає перевірку кінцевих результатів виконання запланованих дій і представляє дані для оцінювання результату, що є наступним і кінцевим етапом процесу прийняття господарського рішення

Для правильної організації контролю за процесом виконання господарських рішень необхідно встановити осіб, що відповідають за це, що також потребує прийняття відповідного господарського рішення.

Е. А. Смирнов зазначав, що процедура контролю за виконанням господарського рішення є достатньо розробленою, і кожне підприємство використовує типові прийоми контролю. Основу системи якості складають

регламенти проведення ревізії, аудиту, технологічного контролю. Для цих регламентів є затверджені форми, нормативи, стандарти.

Основними складовими процесу контролю є вироблення стандартів і критеріїв, зіставлення з ними реальних результатів, здійснення коригуючих дій. Стандартами є конкретні цілі, ступінь досягнення яких можна виміряти. Для кожної з таких цілей повинні бути визначені часові рамки їх виконання і критерії, що дозволяють оцінити ступінь їх досягнення при виконанні роботи. При зіставленні реальних результатів із запланованими встановлюють також припустиму норму відхилення від стандарту, а також приймається рішення про доцільність коригування початкового рішення. У разі виявлення значних відхилень здійснюється прийняття коригуючих господарських рішень [28, с. 32].

Слід зазначити, що контроль за виконанням господарських рішень може бути як внутрішнім, так і зовнішнім.

Внутрішній контроль за виконанням рішень здійснюється керівником підприємства або відповідними робітниками, які уповноважені це робити.

Зовнішній контроль здійснюється організаціями ззовні підприємства (державними установами, інспекціями, комісіями, фундаціями), які беруть участь у діяльності підприємства або зацікавлені в результатах його діяльності та в наслідках деяких його рішень.

При проведенні контролю рекомендують дотримуватися таких *принципів*, як встановлення чітких досяжних стандартів; свідомість і однозначне сприйняття стандартів співробітниками; двостороннє спілкування із співробітниками; відсутність надмірного контролю; винагорода за досягнення встановлених стандартів і норм.

Саме результати контролю є підставою для керівників підприємства коректувати ухвалені раніше рішення, якщо відхилення в ході реалізації цих рішень є значними [16].

Таким чином, контроль є важливим етапом на стадії реалізації управлінського рішення, оскільки дозволяє встановити зв'язок між запланованими і фактичними результатами та сприяти оцінюванню результативності управлінського рішення.

Ухвалення рішень є важливим компонентом організаційного життя. Особи, які приймають рішення, отримують та аналізують інформацію з використанням різних засобів масової інформації, включаючи традиційні друковані, групові та міжособистісні інформаційні обміни та комп'ютерні інструменти системи підтримки прийняття рішень.

Зазвичай процес прийняття рішення можна поділити на такі етапи [27]:

1. Постановка задачі;
2. Формування списку альтернатив або завдання параметрів альтернатив;
3. Вибір критеріїв;
4. Встановлення переваг особи, яка приймає рішення (ЛВР);
5. Пошук/розробка оптимального методу ухвалення рішення;
6. Знаходження оптимального рішення

Існують три типи завдань прийняття рішень:

– Структуровані

Є можливість визначити основні змінні та зв'язки між ними.

– Слабоструктуровані

Залежності між окремими показниками неможливо знайти однозначно визначені.

– Неструктуровані

Відомий лише перелік основних параметрів, встановити зв'язок між ними не можна через брак інформації.

Висновки по першого розділу

Таким чином, можемо констатувати, що будь якій інформаційній або комп'ютерній системи ключовим поняття є визначення інформації. Саме інформація виступає основним предметом безпеки експертних систем підтримки та прийняття рішень.

У загальному розумінні інформація - це певні відомості, сукупність певних даних, знань. У філософській науці прийнято виділяти два аспекти існування інформації як субстанції – атрибутивний та функціональний.

З точки зору теорії інформації, інформація – це зміст повідомлення про сукупність явищ і подій, що представляють інтерес для зацікавлених осіб та організацій, підлягають реєстрації та обробці. При цьому за інформацію вважаються лише ті дані та зведення, які несуть дещо нове, раніше невідоме для споживача (суб'єкта управління).

Одним з найважливіших чинників, що беруть участь у процесі обґрунтування і прийняття рішення, є ступінь визначеності інформації стосовно проблеми і наявних альтернатив. Часто особа, яка має ухвалити управлінське рішення, діє в умовах невизначеності, тобто володіє недостатньою кількістю інформації для упевненої організації дій в процесі обґрунтування і прийняття рішення. Тому при обґрунтуванні і прийнятті рішення необхідно завжди враховувати умови, в яких функціонує певна організація або підприємство залежно від ступеня визначеності або невизначеності інформації та прогнозувати рішення та їх результати в різних ситуаціях.

Виходячи з того, що рішення приймаються в різних умовах і обставинах, з огляду на кількість та якість інформації, необхідної для ухвалення рішення, виділяють рішення, які прийняті в умовах: визначеності (вірогідності, упевненості); ризику (імовірнісної визначеності); невизначеності (ненадійності).

Рішення приймається в умовах визначеності, коли керівник у точності знає результат кожного з альтернативних варіантів вибору.

До рішень, прийнятих в умовах ризику, відносяться такі, результати яких не є визначеними, але ймовірність кожного результату відома. Ймовірність визначається як ступінь можливості здійснення даної події та змінюється від 0 до 1. Сума ймовірностей всіх альтернатив має дорівнювати одиниці. В умовах визначеності існує лише одна альтернатива.

Рішення приймається в умовах невизначеності, коли неможливо оцінити ймовірність потенційних результатів. Це трапляється тоді, коли чинники, що потребують врахування, є настільки новими й складними, що про них неможливо одержати досить релевантної інформації. У підсумку ймовірність певного наслідку неможливо передбачити з достатнім ступенем вірогідності.

РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

2.1. Системи підтримки прийняття рішень: поняття та класифікація

Шлях системи підтримки прийняття рішень розпочався наприкінці 1960-х років із СППР керованими моделями. 1970-і роки ознаменувалися розвитком теорії у цій галузі, і саме в середині 1980-х років почалося впровадження електронних таблиць на основі СППР, систем фінансового планування та групових СППР. Наприкінці 1980-х на початку 1990-х років відбулася еволюція бізнес-аналітики, сховищ даних, ODSS (Organization Decision Support System) та EIS (Executive Information System). Середина 1990-х років ознаменувала собою початок створення веб-систем підтримки прийняття рішень [40].

Системами підтримки прийняття рішень називають інтелектуальні системи, за допомогою яких особи, що приймають рішення (ОПР), мають змогу аналізувати ситуації, формулювати задачі, виробляти, контролювати й оцінювати варіанти рішень, які забезпечують досягнення поставленої мети. Згідно з таким узагальненим визначенням можна тлумачити СППР як одну з категорій управлінських інформаційних систем. Проте останні найчастіше визначаються як системи підготовки управлінських звітів – періодичних структурованих документів. На противагу цьому СППР має бути дієвою інтерактивною системою, що реагує як на заплановані, так і на непередбачувані інформаційні запити, зорієнтована на специфічний тип рішень або на множину взаємозв'язаних рішень і застосовується там, де неможливо або небажано мати повністю автоматичну систему. [26; 30]

Системи підтримки прийняття рішень можна розділити на такі категорії [27]:

1. Керовані моделями

Керовані моделями СППР ґрунтувалися на простих кількісних моделях. Вони використовували обмежені дані. В основному використовувалися у виробництві, плануванні та управлінні. Вони забезпечували найпростіші функціональні можливості для виробничих підприємств.

2. Керовані даними

СППР, орієнтовані на дані, наголосили на важливості доступу до даних та маніпулювання ними з урахуванням конкретних завдань з використанням спільних інструментів. Хоча вони також забезпечували елементарну функціональність для підприємств, вони підтримували прийняття рішень у різних ситуаціях.

3. Керовані повідомленнями

Як випливає з назви, СППР використовує комунікаційні та мережеві технології для полегшення прийняття рішень. Основна відмінність цього класу від попередніх полягала в тому, що він підтримував співпрацю та комунікацію. Він використовував різні інструменти, включаючи дошки оголошень, аудіо- та відеоконференції.

4. Керовані документами

Керовані документами СППР використовує великі бази даних, у яких зберігаються документи, зображення, звуки, відео та гіпертекстові документи. Вони мають інструменти для пошуку даних. Інформація, що зберігається, може бути фактами і цифрами, історичними даними, протоколами нарад, каталогами, діловим листуванням, специфікаціями продукції і т.ін.

5. Керовані знаннями

Засновані на знаннях СППР – це людино-комп'ютерні системи, що забезпечують роботу з великим обсягом даних. Вони поєднують штучний інтелект із когнітивними здібностями людини і можуть давати певні вказівки користувачам.

6. Веб-СППР

Web-based СППР вважається найскладнішою системою підтримки прийняття рішень, яка розширює свої можливості з допомогою використання Інтернету. Еволюція продовжується з розвитком інтернет-технологій.

Як видно, раніше основна увага приділялася прискоренню ухвалення рішень; однак у міру розвитку концепції вона перейшла до створення інтерактивних комп'ютерних систем, які могли б використовувати дані та пропонувати ідеї для вирішення погано структурованих проблем. Визначення, дизайн, інтелект та сфера застосування СППР продовжують розвиватися з часом. Сучасні СППР складніші, дозволяють допомогти приймати глибші рішення [40].

Системи підтримки прийняття рішень завоювали величезну популярність у різних галузях, включаючи військові, безпеку, медицину, виробництво, машинобудування та бізнес. Вони можуть допомогти прийняти рішення у ситуаціях, коли важлива точність. Крім того, вони забезпечують доступ до відповідних знань шляхом інтеграції різних форм та джерел інформації, сприяючи когнітивним недолікам людини. Хоча СППР використовують штучний інтелект для вирішення проблем, не потрібно переоцінювати їхню важливість. Це спосіб отримати порівняльні дані на основі методу чи комбінації методів. Остаточне рішення залишається за людиною [40].

СППР - це загальне поняття, що описує інформаційні системи, що забезпечують аналітичне моделювання та інформацію для підтримки слабоструктурованих та неструктурованих організаційних рішень [27].

Вирішення структурованих завдань відноситься до теорії дослідження операцій, в яку входить побудова моделі, вибір критерію оптимальності та знаходження оптимального рішення.

Вирішення слабоструктурованих та неструктурованих завдань відноситься безпосередньо до теорії прийняття рішень.

Концепція моделі прийняття рішень відіграє ключову роль в описі та аналізі процесів прийняття рішень. Часто як моделі прийняття рішень

розглядаються лише математичні моделі. Але загалом моделювання рішення використовується і в інших галузях, таких як психологія, інформатика чи навіть філософія.

Методи підтримки прийняття рішень поділяються так: методи прийняття індивідуальних рішень та методи прийняття групових рішень. Перші у свою чергу поділяються на три типи залежно від умов, за яких приймається рішення.

Характер проблеми прийняття рішень пов'язані з умовами, у яких приймаються рішення. Класична інтерпретація, прийнята в теорії прийняття рішень, включає три типи умов [43]:

1. Певні

Вся інформація для ухвалення рішення вважається точно відомою, і кожна дія незмінно призводить до чітко визначеного результату.

2. Імовірно-певні

Крім однозначних вихідних даних, існують випадкові величини з точно відомими імовірнісними характеристиками. Кожна операція призводить до результату із заданої множини можливих результатів, кожен з яких має відому ймовірність настання, передбачається, що ймовірність результату відома особі, яка приймає рішення.

3. Умови невизначеності

Разом з першими двома категоріями є величини, для яких не точно відомий або зовсім невідомий імовірнісний опис. Навіть якщо одного набору показників невідомі ймовірності.

Прийняття рішень за умов визначеності

Умова визначеності існує, коли особа, яка приймає рішення, з достатньою впевненістю знає, які альтернативи, які умови пов'язані з кожною альтернативою та які результати кожної альтернативи. В умовах визначеності доступна точна, вимірна та достовірна інформація, на основі якої приймаються рішення [40].

Причинно-наслідкові зв'язки відомі, і майбутнє вельми передбачуване за умов визначеності. Такі умови існують у разі рутинних та повторюваних рішень, що стосуються повсякденної діяльності підприємства.

Прийняття рішень у ймовірно визначених умовах

У разі, коли не вистачає досконалої інформації або існує інформаційна асиметрія, виникає ризик. У таких умовах особа, яка приймає рішення, має неповну інформацію про доступні альтернативи, але має гарне уявлення про ймовірність результатів для кожної альтернативи [40].

Приймаючи рішення у вірогідно-визначених умовах, необхідно визначати ймовірність, що з кожною альтернативою, з наявної інформації та досвіду.

Найважливіші рішення, які у сучасних складних умовах, формулюються за умов невизначеності. Умови невизначеності існують, коли майбутнє середовище непередбачуване і все перебуває у стані потоку. Особа, яка приймає рішення, не обізнана про всі наявні альтернативи, ризики, пов'язані з кожною з них, та наслідки кожної альтернативи або їх ймовірності [40].

Немає повної інформації про альтернативи, а будь-яка інформація може бути не цілком достовірною. У такому разі для прийняття рішень необхідно покладатися виключно на досвід.

2.2. Методи підтримки прийняття рішень

Методи ухвалення індивідуальних рішень

Головним завданням при прийнятті рішення є ранжування альтернатив, а також вибір найкращої альтернативи. Методи індивідуальних рішень найчастіше використовують за браку часу, інакше краще використовувати методи групових рішень, які дозволяють спиратися знання і досвід людей, які вибирати і оцінювати альтернативи. Таким чином, вхідними параметрами для методів прийняття індивідуальних рішень є набір альтернатив та критеріїв.

Метод аналітичних ієрархій

Головним завданням, яке вирішується за допомогою даного методу, є знаходження найкращої альтернативи. Спочатку задаються: мета завдання, критерії оцінки альтернатив та альтернативи.

Розв'язання задачі методом аналітичних ієрархій можна поділити на такі етапи.

1. Побудова ієрархічної структури, т. е. розбиття завдання кілька рівнів:
 - цілі,
 - критерії ($Q_1, Q_2, \dots, Q_n$),
 - альтернативи ($A_1, A_2, \dots, A_m$).
2. Попарне порівняння критеріїв. При порівнянні задається шкала визначення рівня важливості, таким чином кожному критерію ставиться у відповідність число від 1 до 10.

Використовуючи одне з значень, особа, яка приймає рішення, порівнює елементи, які відносяться до одного рівня ієрархії, заповнюючи при цьому матрицю порівняння.

ЛПР в оцінці елементів має вирішити, який із елементів є більш значущим, вказавши у своїй відповідний рівень важливості.

У результаті, порівнюючи критерії, буде отримано матрицю:

	Q1	Q2	...	Qn
Q1	Q11	Q12	...	Q1n
...	...	...	...	...
Qn	Qn1	Qn2	...	Qnn

Далі необхідно вирахувати ваги критеріїв за формулами [4]:

$$W_i = \sqrt[n]{x_{i1} * \dots * x_{in}}, \quad (1)$$

$$|W_j| = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n x_{ij}}, \quad (2)$$

$$\overline{W}_i = \frac{W_i}{\sum_{j=1}^n W_j}, \quad (3)$$

Після обчислень будуть отримані ваги критеріїв. $\overline{W}_1, \dots, \overline{W}_n$

3. Потім необхідно порівняти важливість альтернатив за критеріями, побудувавши також матрицю порівняння.

Qr	A1	...	Am
A1	y11	...	y1m
...	...	...	...
Am	ym1	...	Ymm

Далі необхідно вирахувати ваги альтернатив по кожному критерію за формулами [4]:

$$V_i(Q_r) = \sqrt[m]{y_{i1} * \dots * y_{im}} = \sqrt[m]{\prod_{j=1}^m y_{ij}}, \quad (4)$$

$$\bar{V}_l(Q_r) = \frac{V_l(Q_r)}{\sum_{l=1}^m V_l(Q_r)} \quad (5)$$

4. У результаті складаємо матрицю ваг альтернатив по кожному критерію, де в кожному осередку має бути зазначена саме вага альтернативи.

	A1	A2	...	A _m
Q1	$\bar{V}_1(Q_1)$	$\bar{V}_2(Q_1)$	...	$\bar{V}_m(Q_1)$
...	...	...	...	...
Q _n	$\bar{V}_1(Q_n)$	$\bar{V}_2(Q_n)$	...	$\bar{V}_m(Q_n)$

5. Необхідно вирахувати ваги альтернатив [4]:

$$U_j = \sum_{i=1}^n \bar{V}_j(Q_i) \bar{W}_i, \quad (6)$$

Після чого можна вибрати найкращу альтернативу, якій відповідатиме найбільше значення функції.

Лексикографічний метод

У лексикографічному методі критерії ранжуються як їх значимості. При цьому вибирається альтернатива, що має найкращий показник за найважливішим критерієм. Якщо таких альтернатив кілька, то продовжується порівняння варіантів за наступним за важливістю критерієм. Порівняння буде здійснюватися, поки не буде знайдена унікальна альтернатива або поки не залишиться критеріїв [2].

Метод лексикографічного напівупорядкування

Цей метод схожий на лексикографічний метод, однак є невеликі відмінності. У методі лексикографічного напівупорядкування необхідна обов'язкова оцінка альтернативи за всіма критеріями із зазначенням будь-якого

кількісного значення. Таким чином, можна вибрати кілька альтернатив з великої множини, задавши при цьому умову вибору. Спочатку задається умова для найважливішого критерію, потім менш значущого і так далі, поки не буде знайдена оптимальна альтернатива [2].

Максимін та Максимакс методи

Суть методу Максиміна у тому, щоб уникнути альтернативи, приймає максимальне значення за найгіршим критерієм. Альтернатива, для якої оцінка найслабшого критерію є найвищою, буде кращою [44].

На відміну від методу Максиміна, метод Максимакс вибирає альтернативу за кращою ознакою, а не за найгіршою. Цей метод особливо корисний, коли альтернативи можуть бути обрані на основі одного атрибуту, і особа, яка приймає рішення, не має попередньої вимоги щодо того, який атрибут [44].

Метод перестановок

Насамперед, у цьому методі задаються кількісні ваги критеріїв: . Далі здійснюється попарно перебір різноманітних альтернатив та їх подальше порівняння. Для кожної пари варіантів розраховується коефіцієнт: $p_k \geq 0, k = 1, 2, \dots, m$, x_i, x_j

$$d_i^j = \sum_{k=1}^m p_k, \quad (7)$$

де m – кількість критеріїв.

Рішенням буде максимальне значення наступного виразу:

$$\sum_{i \leq j} d_i^j - \sum_{i > j} d_i^j, \quad (8)$$

Важливо, що при визначенні ваги існує велика ймовірність припущення помилки особою, яка приймає рішення, оскільки ця операція найчастіше є складною для людини. У зв'язку з цим цей метод є дуже чутливим до помилок.

Методи ELECTRE

Сімейство багатокритеріальних методів ELECTRE були спеціально розроблені, щоб допомогти у виборі та ранжируванні альтернатив. Ці методи засновані на попарному порівнянні варіантів і результатом є впорядкування альтернатив [1].

До цієї «родини» належать такі методи: ELECTRE I, ELECTRE II та ELECTRE III.

ELECTRE I вибирає альтернативи, які переважно за більшістю критеріїв, тим самим можна позбутися неефективних варіантів [1].

Для початку вибирається довільна пара альтернатив. Далі відбувається розбиття на кілька підмножин: A_i, A_j

1. E_{ij} - підмножина, якщо краще, ніж $A_i A_j$
2. E_{ji} - підмножина, якщо краще, ніж $A_j A_i$
3. E_{i-j} - Підмножина, якщо і рівноцінні $A_i A_j$

Після чого можна обчислити коефіцієнт узгодження та неузгодженості, а саме згоду або незгоду з початковою гіпотезою про те, що краще. Розрахунок коефіцієнта узгодження здійснюється за формулою: $A_i A_j$

$$C_{ij} = \sum_{a_{ij} \geq a_{ik}} w_i ; i, k = 1, \dots, n; j \neq k,$$

де w_i - Вага критерію.

Таким чином, якщо , то є кращим за всіма критеріями, що розглядаються. Якщо , то не знайдено жодного критерію, за яким альтернатива була б кращою, ніж . $C_{ij} = 1 A_i A_j C_{ij} = 0 A_i A_j$

Також можна розрахувати коефіцієнт неузгодженості за такою формулою:

$$D_{ji} = \frac{\max(Z_{jk} - Z_{ik})}{\max(Z_{ik} - Z_{jk})}, \text{ если } E_{ij} \neq 0, D_{ji} = 0, E_{ji} \neq 0, \quad (10)$$

де – матриці приватних оптимумів. Такі матриці дозволяють особі, яка приймає рішення, отримати інформацію про межі зміни деяких критеріїв. Z

Коефіцієнт неузгодженості дозволяє визначити значення критеріїв, де альтернатива буде кращою, ніж $A_j A_i$

Метод ELECTRE I використовується для побудови часткового ранжирування та вибору набору перспективних альтернатив. ELECTRE II використовується для ранжування альтернатив. Метод ELECTRE III, з одного боку, є складнішим і складнішим для інтерпретації, з іншого боку найефективнішим у порівнянні з іншими методами даного сімейства. Він дозволяє отримати ранжування альтернатив із високою точністю [1].

Методи прийняття групових рішень

У групових методах ухвалення рішення важливу роль відіграють експерти. У процесі вибору оптимальної альтернативи до їх обов'язків входить експертна оцінка кожного варіанту за одним або декількома критеріями. Якщо експерт утруднюється в оцінці альтернатив, він може скористатися індивідуальними методами прийняття рішень.

Метод уподобань

Вибір оптимальної альтернативи методом переваг можна розділити на наступні етапи:

1. Побудова вихідної матриці розміру $n \times m$, де n – кількість альтернатив, m – кількість експертів. При цьому оцінка кожного експерта знаходиться у діапазоні $1 \leq a_{ij} \leq n$, . Найбільш важливою буде альтернатива з оцінкою, що дорівнює 1. ($i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}$)

2. Побудова модифікованої матриці. При чому оцінки експертів обчислюються так: $B_{ij} = n - a_{ij}$.

3. Обчислення сумарної оцінки з кожної альтернативи:

$$C_j = \sum_{i=1}^m B_{ij}.$$

4. Обчислення загальної суми всіх оцінок: $C = \sum_{j=1}^n C_j$

5. Знаходження ваг альтернатив: . При цьому $\omega_j = \frac{C_j}{C} \sum \omega_j = 1$

У результаті отримані проранжовані альтернативи, де найкращою є альтернатива з найбільшою вагою.

Метод рангу

Метод рангу дає змогу вибрати найбільш оптимальну альтернативу на підставі оцінки експертів. Кожен із експертів незалежно один від одного оцінює кожну альтернативу за 10-ти бальною шкалою [2]. Оцінка кожного експерта буде в діапазоні , , При цьому кращою є альтернатива з найбільшою оцінкою. $1 \leq a_{ij} \leq 10 (i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n})$

У цьому методі перебування оптимальної альтернативи можна розділити такі етапи [12]:

1. Побудова матриці $p \times m$ виходячи з оцінок експертів, де n – кількість альтернатив, m – число експертів.

2. Знаходження сумарної оцінки кожної альтернативи:

$$C_j = \sum_{i=1}^m a_{ij}.$$

3. Розрахунок загальної сумарної оцінки: $C = \sum_{j=1}^n C_j$

4. Обчислення ваги кожної альтернативи: $\omega_j = \frac{C_j}{C}$. При цьому $\sum \omega_j = 1$

В результаті обчислень найбільш оптимальною альтернативою буде альтернатива з найбільшою вагою.

Метод мінімальної відстані

Результатом методу мінімальної відстані є ранжування альтернатив, після чого можна вибрати найбільш оптимальну альтернативу, яка задовольняє думки всіх експертів. Ключовим моментом у цьому методі є знаходження медіани

Кемени-Снелла, а саме ранжування альтернатив таким чином, щоб вони максимально повно задовольняли всіх експертів.

Насамперед, необхідно побудувати матриці попарного порівняння, де кожному експерту необхідно попарно порівняти альтернативи та вибрати найбільш важливу, поставивши у матриці у відповідність значення «1», якщо альтернатива краща, і значення «-1», якщо альтернатива гірша. Таким чином, буде отримана матриця з нульовою діагоналлю та симетричними щодо діагоналі значеннями 1 та -1 (рис. 3). Далі потрібно побудувати медіану Кемени-Снелла.

	A1	A2	A3	A4
A1	0	1	-1	-1
A2	-1	0	-1	1
A3	1	1	0	-1
A4	1	-1	1	0

Матриця попарного порівняння альтернатив

Для побудови медіани необхідно виконати такі кроки:

1. Здійснити перебір матриць розмірності $n \times n$, де n число альтернатив. Дані матриці, аналогічно матрицям попарного порівняння, повинні мати нульову діагональ і симетричні значення 1 і -1.

2. Розрахувати відстань між експертною матрицею та матрицею, знайденою перебором. Під відстанню розуміється сума модулів різниці елементів матриць, розташованих на однакових позиціях.

3. Знайти матрицю, що знаходиться на мінімальній відстані до всіх експертних матриць.

З отриманої матриці можна проранжувати альтернативи. Після обчислення медіани Кемени-Снелла можна отримати кілька матриць, а значить, і кілька можливих варіантів ранжування альтернатив. У такому разі необхідно вибрати з

кожного розподілу оптимальну альтернативу, а потім порівняти окремо отримані альтернативи, використовуючи інший метод прийняття рішень, наприклад метод аналітичних ієрархій.

Метод мінімальної відстані вимагає великих витрат ресурсів, оскільки зі збільшенням числа альтернатив зростає кількість матриць, які можна знайти за допомогою перебору.

Метод ранжування альтернатив

У цьому методі експерти, які беруть участь у оцінці альтернатив, повинні визначити власне ранжування альтернатив, виходячи з власному досвіді та знаннях. Таким чином, буде сформовано кілька ранжувань альтернатив на підставі думок кількох експертів. В результаті буде отримано найкращу альтернативу, яка має найбільшу перевагу серед усіх експертів.

Існують два підходи знаходження підсумкового ранжування альтернатив [12]:

1. Усі експерти надають ранг кожній альтернативі. Підсумувавши ранги для відповідної альтернативи, можна отримати підсумкову оцінку альтернативи. Таким чином, що менша дана оцінка, то кращою є альтернатива.

2. Безпосереднє порівняння альтернатив між собою. Оскільки процедура оцінки кожної альтернативи може бути скрутною для експерта, в даному випадку експертам потрібно лише порівняти альтернативи один з одним, тобто з двох альтернатив вибрати найкращу. Тим самим буде сформовано матриці попарного порівняння для кожного експерта розміром $n \times n$, де n – кількість альтернатив. Просумувавши відповідні елементи всіх матриць, буде отримано підсумкову матрицю з нульовою діагоналлю. Сума елементів рядків дозволяє оцінити кожну альтернативу. Відповідно, що більше дана величина, то краще альтернатива.

Метод кластеризації експертних оцінок

Під кластеризацією в даному методі розуміється об'єднання кількох альтернатив у групи (кластери) за певним критерієм.

Знаходження оптимальної альтернативи в даному методі можна розділити на такі кроки:

1. Побудова матриці попарного порівняння.

Кожен експерт заповнює матрицю виду:

	K_1	...	K_n
Експерт 1	ev_{11}		ev_{1p}
...		...	
Експерт n	ev_{n1}		ev_{np}

Тут - критерії, за якими здійснюється оцінка альтернатив - оцінка експерта в діапазоні від 0 до 1. $K_1 \dots K_n ev_{np}$

2. Побудова графіка на основі отриманих оцінок
3. Особа, яка приймає рішення, здійснює угруповання оцінок щодо кожного з критеріїв. На даному кроці кожен експерт може змінити свою оцінку, однак у такому разі потрібно повторне заповнення попарного матриці порівняння.

4. Розрахунок коефіцієнта компетентності експертів за формулою:

$$C = \frac{\sum_{i=1}^N k_i * m_i}{\sum_{i=1}^N m_i},$$

де – оцінка експерта, – коефіцієнт компетентності експерта, N – кількість експертів. $k_i m_i$

5. Сума коефіцієнтів компетентності щодо кожного експерта M_i
6. Розрахунок підсумкової оцінки альтернативи за кожним критерієм за формулою:

$$U = \frac{\sum_{i=1}^L C_i * M_i}{\sum_{i=1}^L M_i},$$

де L – кількість груп (кластерів).

7. Обчислення підсумкової оцінки за всіма критеріями. Оптимальною альтернативою буде та, яка має найбільшу підсумкову оцінку.

Інженерні або управлінські рішення, як правило, приймаються на основі наявних даних та інформації, які в основному є розпливчастими, неточними та невизначеними за своєю природою. Процес прийняття рішень зазвичай вимагає суворого підходу, який застосовує явні знання предметної галузі до погано структурованих проблем, щоб переформулювати їх структуровані проблеми. Ці підходи характеризуються своєю простотою та незалежністю від обчислювальної підтримки. Вони підходять для завдань з обмеженою кількістю альтернатив та критеріїв. До такої категорії можна віднести і індивідуальні та групові методи.

Згідно з поставленим завданням, необхідно реалізувати найбільш популярні методи підтримки прийняття рішень.

При виборі методів важливо враховувати, як здійснюється ранжування альтернатив та подальше обчислення оптимального варіанту, які математичні обчислення для цього потрібні. Оскільки результатом дослідницької роботи є програмне забезпечення, яке дозволить здійснювати ранжування варіантів за допомогою того чи іншого методу, при виборі методів ППР важливо враховувати, чи вони піддаються алгоритмізації.

Враховуючи той факт, що програмне забезпечення використовуватиметься у навчальних цілях, у тому числі для наукових розрахунків та в рамках дослідницьких проектів, необхідна реалізація як індивідуальних методів підтримки прийняття рішень, так і групових.

У кожному з цих методів був детально вивчений процес ранжування альтернатив, тим самим було знайдено методи, які піддаються алгоритмізації і можуть бути реалізовані в обмежені терміни.

Таким чином, для реалізації були обрані такі методи прийняття рішень:

- метод аналітичних ієрархій,
- метод лексикографічного напівупорядкування,
- метод мінімальної відстані,
- метод переваг,
- метод рангу.

Вибрані методи використовують різні підходи і вхідні параметри для обчислення ранжування альтернатив і можуть бути представлені з демонстрацією кроків при обчисленні і з використанням зручного для користувача інтерфейсу.

2.3. Розробка алгоритмічного та програмного забезпечення СППР

У системі підтримки прийняття рішень, що розробляється, здійснюється реалізація декількох методів ППР. Кожен метод має свої особливості та по-різному здійснює обчислення ранжування альтернатив. У зв'язку з цим розроблено загальний алгоритм роботи програми.

Робота системи підтримки рішень була поділена на кілька основних етапів:

1. Користувач вибирає метод підтримки прийняття рішень зі списку. При натисканні на метод можна ознайомитися з коротким описом його роботи, після чого приступити до розрахунку.
2. Необхідно додати альтернативи, вказавши їхню назву, а також задати критерії чи експертів залежно від методу ППР. Для індивідуальних методів потрібно вказати альтернативи та критерії, для групових – альтернативи та експертів.
3. При додаванні альтернатив, критеріїв чи експертів необхідно вказати назву. Інакше виникне попередження: «Це поле є обов'язковим», перехід на наступний крок буде неможливим.
4. Залежно від методу необхідно заповнити або матриці попарного порівняння, або матрицю переваг. Для методу лексикографічного напівупорядкування даного етапу немає, робота цього методу значно відрізняється від інших методів ППР.
5. Після введення матриць здійснюється перевірка коректності даних. Якщо в матриці вказано неправильне значення, осередок буде виділено червоним кольором і перехід на наступний крок буде неможливим.
6. Обчислення ранжування альтернатив вибраним методом. Розрахунок ранжування кожним методом здійснюється по-різному, оскільки кожен метод має особливості.
7. Виведення проміжних результатів та підсумкового ранжування альтернатив. Залежно від методу, проміжні результати відрізняються.

Розробка програмного забезпечення СППР

Як варіант реалізації програмного інструменту для СППР в умовах визначеності та невизначеності інформації було обрано веб-додаток. Важливою перевагою такої реалізації є її кроссплатформенність.

Кроссплатформова розробка додатків – це найпоширеніший підхід, який зараз є універсальним [43]. Такі програми можуть працювати на декількох операційних системах, при цьому не виникають проблеми, пов'язані з несумісністю.

Перевагами кроссплатформової розробки є :

- Універсальний код Розробники не повинні писати унікальний код для різних платформ.
- Швидкість. Використання одного вихідного коду на кількох платформах дозволяє скоротити 50-80% зусиль з розробки. Це дає можливість дотримуватись термінів виконання проекту.
- Широке охоплення аудиторії. Розробка кроссплатформових програм забезпечує доступ до широкої цільової аудиторії. Користувачі зможуть використовувати програму на платформі, яка є для них зручнішою.

Спочатку для створення веб-сторінки необхідно скористатися мовами HTML і CSS. HTML та CSS – це дві основні технології для створення веб-сторінок. HTML забезпечує структуру сторінки, CSS (візуальний та звуковий) макет, для різних пристроїв. Поряд із графікою та сценаріями, HTML та CSS є основою для створення веб-сторінок та веб-додатків [42].

HTML — мова гіпертекстової розмітки, яка дозволяє описати структуру сторінки за допомогою розмітки. Елементи HTML повідомляють браузеру, як відображати вміст. Елементи HTML - теги. HTML теги позначають фрагменти контенту, такі як "заголовок", "абзац", "таблиця" тощо. Браузери не

відображають HTML-теги, але використовують їх для відображення вмісту сторінки.

CSS – це мова опису представлення веб-сторінок, включаючи кольори, макет та шрифти. CSS не залежить від HTML і може використовуватись з будь-якою мовою розмітки на основі XML [42]. Розділення HTML та CSS спрощує обслуговування сайтів, спільне використання таблиць стилів між сторінками та адаптацію сторінок до різних середовищ.

Для реалізації веб-програми вибрано мову програмування JavaScript за допомогою бібліотеки React.js. На даний момент ця технологія на ринку близько шести років і є досить новою, проте інтерес до неї швидко зростає, і вона стає все більш популярною.

React.js – це інструмент для побудови інтерфейсів користувача. Ця технологія може вільно використовуватися, вона має відкритий вихідний код та підтримується Facebook [40].

За допомогою JavaScript можна створювати динамічні програми, де браузер виконує значну частину функцій, тому вони можуть працювати без контакту з сервером. Він також дозволяє оновлювати дані та інтерфейс незалежно один від одного лише в частині програми без його перезавантаження. Що є великою перевагою, порівняно з іншими мовами програмування.

React.js – це інструмент для побудови як компонентів інтерфейсу користувача, так і всього, що стосується об'єднання візуальних елементів, прив'язки даних до цих елементів і визначення логіки, що керує ними. Цей фреймворк можна використовувати для створення інтерфейсів JavaScript для різних платформ.

React.js – це технологія front-end, але вона також може бути виконана на back-end (серверна візуалізація) та використовуватись для настільних програм.

Існує два можливі підходи до використання сучасних фреймворків JavaScript - рендеринг на стороні клієнта, коли браузер завантажує код і візуалізує

інтерфейс користувача, або рендеринг на стороні сервера, коли інтерфейс користувача візуалізується на back-end.

Різниця між рішеннями JavaScript (наприклад, React.js) і більш старі технології полягають у тому, що JS бере на себе набагато більше логіки та маніпуляцій з документами, так само, якби це був зовсім не серверний рендеринг [40].

Головна особливість React.js, яка відрізняє його від інших популярних фреймворків JavaScript, це гнучкість. React.js можна комбінувати з іншими інструментами та використовувати його як фреймворк, який закладе основу для складної програми.

Таким чином, цей фреймворк відмінно підходить для розробки системи підтримки прийняття рішень в умовах визначеності та невизначеності інформації. Оскільки ця програма буде використана в навчальних цілях для наукових розрахунків і часто-густо користувачами, малознайомими з методами прийняття рішень, веб-додаток повинен мати інтуїтивно зрозумілий і зручний інтерфейс і давати наочні результати.

У веб-застосунку немає необхідності зберігати результати кожного методу, тому воно складається тільки з клієнтської частини, де дані зберігаються протягом однієї сесії.

При реалізації програми були використані такі мови: HTML, CSS та JavaScript.

Для того щоб скористатися веб-програмою необхідно перейти за посиланням: <https://hjullie.github.io/DSS/#/>.

Програмне забезпечення з відкритим вихідним кодом доступне на GitHub: <https://github.com/hjullie/DSS>.

Перевірка ефективності розробленої СППР

Питання ефективної роботи програми найчастіше виникає у разі нестачі будь-яких ресурсів. Оптимізація роботи програми шляхом поліпшення певних

параметрів, що впливають її ефективність, залежить від того, які функції виконує програма [18].

В даному випадку виділені наступні показники ефективної роботи програми:

- час роботи програми, що включає завантаження сторінок та розрахунок результату вибраним методом;
- обсяг пам'яті, що використовується.

Система підтримки прийняття рішень представлена як веб-додатки. Основною відмінністю роботи веб-програми в порівнянні зі звичайним ПЗ є логіка роботи програми, розподілена між клієнтом, який є браузером, і веб-сервером, який обробляє запити, що надходять від клієнта. Під швидкістю роботи веб-програма розуміється завантаження сторінок, а також розрахунок та відображення результату роботи методів.

У цьому випадку завантаження сторінки залежить виключно від швидкості Інтернету користувача, оскільки вона має невеликий розмір і відображає лише форми введення даних. Розрахунки результату також здійснюються протягом кількох секунд. Однак, у методі мінімальної відстані здійснюється перебір різноманітних матриць, це є ресурсомісткою операцією, тому для нормальної роботи програми було виставлено обмеження для введення лише 7 альтернатив. Слід також зауважити, що навіть сучасні комп'ютери не справляються із здійсненням перебору матриць при кількості понад 8 заданих альтернатив за прийнятний час. Довгі розрахунки на сторінці браузер розцінює як втрату працездатності програми. У такому разі браузер запропонує користувачеві перезавантажити сторінку.

За другим критерієм ефективності, а саме обсягу пам'яті, що використовується, вимоги не пред'являються, так як у кожного браузера є власні жорстко задані обмеження.

Розробка програмної документації

Посібник користувача

1. Область застосування

Розроблений додаток призначений для візуалізації найпопулярніших методів підтримки прийняття рішень, демонструючи основні етапи кожного методу з проміжними результатами.

2. Опис можливостей

Ця веб-програма дозволяє користувачеві отримати ранжування альтернатив, а також оптимальну альтернативу. При цьому користувач може не тільки самостійно вибрати один із методів для розрахунків, система також надає можливість вибору оптимального методу на основі вхідних параметрів. Розроблений додаток має доступний та зрозумілий інтерфейс з описом кроків та підказками для введення даних. У результаті, користувачеві буде надано як результат роботи методу, а й проміжні обчислення.

3. Вимоги до рівня підготовки користувача

Для роботи з програмою користувач повинен мати навички роботи з ПК або мобільним пристроєм, що має доступ до Інтернету.

4. Вимоги до роботи з додатком

Для використання веб-програми потрібен лише доступ до Інтернету. Можна скористатися будь-яким браузером.

5. Налаштування робочого столу користувача

Користувачеві не потрібно здійснювати жодні установки або встановлювати додаткове ПЗ. Для роботи з програмою необхідно відкрити будь-який браузер і перейти за посиланням: <https://hjullie.github.io/DSS/#/>. Для цього можна скористатися ПК або смартфоном, що має доступ до Інтернету.

6. Виконання програми

Веб-додаток дозволяє отримати ранжування альтернатив та оптимальну альтернативу з використанням наступних методів прийняття рішень:

- метод аналітичних ієрархій;
- метод лексикографічного напівупорядкування;
- метод мінімальної відстані;
- метод переваг;
- метод рангу.

На головній сторінці програми користувачеві необхідно або вибрати один з методів ППР або скористатися допомогою системи, яка завдяки вхідним параметрам підбере оптимальний метод. При натисканні на назву методу додатково вказано короткий опис методу, щоб скористатися методом поставленого завдання, необхідно натиснути кнопку «Розрахувати».

В залежності від того, чи є обраний метод індивідуальним або груповим вхідні дані, що додаються користувачем, відрізняються. Заповнення полів є обов'язковою процедурою. Якщо користувач не ввів назву та натиснув кнопку «Далі», у незаповненому осередку буде відображено помилку.

Залежно методу ППР обчислення ранжування альтернатив здійснюється по-різному. При цьому, крім додавання альтернатив, критеріїв або експертів, у деяких методах необхідно заповнювати матриці попарного порівняння.

Метод аналітичних ієрархій

Користувачеві необхідно побудувати матриці попарного порівняння. Для цього спочатку потрібно порівняти критерії між собою. Після цього аналогічно порівняти альтернативи кожному критерію. На діагоналях таких матриць завжди будуть значення «1». Користувач не може редагувати ці значення.

Якщо користувач неправильно вкаже значення в матриці, осередок буде підсвічений червоним і перехід на наступний крок по кнопці «Далі» буде неможливим.

Після порівняння альтернатив та критеріїв здійснюється нормування матриць та розрахунок вектору ваг критеріїв, матриці ваг альтернатив по кожному критерію та ваги альтернатив. Внизу сторінки вказано оптимальну альтернативу, яка має максимальну вагу.

Метод лексикографічного напівупорядкування

У зв'язку з тим, що в рамках даного методу кожній альтернативі призначаються кількісні значення за кожним критерієм. Користувачеві на першому етапі необхідно задати критерії та вказати, який тип значення матиме даний критерій. Це може бути числове значення або множина рядкових значень.

Далі в таблиці задаються самі альтернативи із зазначенням значень щодо кожного з критеріїв. Після вказівки вхідних даних можна фільтрувати вихідні альтернативи. Причому фільтрація здійснюється спочатку за найважливішим критерієм, який вказаний у таблиці першим (зліва направо). Стовпці критеріїв можна рухати вправо або вліво, тим самим ставлячи важливість критеріям, таким чином, менш значущий перебуватиме праворуч. Залежно від типу критерію можна встановити числовий діапазон або рядкові значення. Після вказівки необхідних значень критеріїв буде обрано альтернативи, що відповідають цим умовам.

Метод мінімальної відстані

Насамперед, користувачеві необхідно заповнити матриці попарного порівняння альтернатив кожного експерта. Значення можуть бути "1" або "-1", про що зазначено у підказці під знаком питання. В даному випадку користувач не має можливості ввести інші числа, крім «1» або «-1» (рис. 14).

Далі здійснюється перебір матриць розмірності $n \times n$, де n - число альтернатив, і обчислюється матриця, що знаходиться на мінімальній відстані до всіх експертних матриць. Після знаходження такої матриці можна проранжувати альтернативи.

Метод уподобань

Для обчислення ранжування альтернатив користувачеві необхідно заповнити матрицю переваг (рис. 16). У підказці для користувача вказаний діапазон, до якого має входити оцінка кожного експерта. У разі введення числа, що не входить у діапазон, осередок буде підсвічуватись червоним, і перехід на наступний етап буде неможливим.

Після чого розраховується вага кожної альтернативи та виводиться ранжування альтернатив.

Метод рангу

У методі рангу подібно до методу переваг складається вихідна матриця з оцінками кожного експерта. Відмінність лише у діапазоні, куди мають входити оцінки експертів. Підказка з граничним діапазоном також відображається користувачеві під час натискання на знак запитання.

Результатом обчислень даного методу є ранжування, що задовольняє думкам всіх експертів.

Програма та методика випробувань

1. Об'єкт випробувань

Об'єктом випробувань є веб-додаток, у якому реалізовані найпопулярніші методи підтримки прийняття рішень. Ця програма призначена для демонстрації методів ППР з передачею параметрів та результатів з етапу на етап.

2. Ціль випробувань

Мета випробувань є перевіркою та тестуванням програмного забезпечення на відповідність вимогам, зазначеним у технічному завданні.

3. Вимоги до програми

Розроблений веб-додаток повинен відповідати вимогам, зазначеним у технічному завданні.

4. Вимога до програмної документації

До складу програмної документації повинні входити:

- технічне завдання;

- керівництво користувача;
 - програма та методика випробувань;
 - Текст програми.
5. Склад та порядок випробувань
- перевірка вхідних даних на коректність введення;
 - перевірка відображення помилок у разі некоректних даних;
 - контроль функціонування системи загалом;
 - тестування роботи методів;
 - перевірка відповідності програми до технічних вимог.
6. Методи випробувань

Основним способом випробування програми є тестування. Оскільки додаток надалі використовуватиметься у наукових розрахунках, насамперед, необхідно здійснювати перевірку коректності введення даних. А саме, показувати підказки для користувача із зазначенням формату введення даних, відображати повідомлення про помилки при некоректному введенні, виділяти кольором невірно заповнені сегменти, а також блокувати перехід на наступний крок при неправильному заповненні.

Другою основною складовою тестування є перевірка працездатності методів підтримки прийняття рішень. Кожен метод має особливості введення вхідних параметрів, обчислення ранжування, і навіть відображення проміжних результатів.

У зв'язку з цим, всі методи були протестовані на заздалегідь розроблених вибірках альтернатив, критеріїв, експертів та їх оцінок. У результаті результати обчислень програми повністю збіглися із заздалегідь розрахованими тестовими даними. Висновок результату даних методів представлено у посібнику користувача.

Проте, у разі хотілося б приділити особливу увагу обчисленню ранжирування з допомогою методу мінімальної відстані. Цей підхід дуже вимогливий до ресурсів, оскільки зі збільшенням кількості альтернатив зростає число матриць, які необхідно знайти шляхом перебору. На даний момент при кількості альтернатив рівних 10 завдання стає майже нездійсненним.

Число різних варіантів матриць з нульовою діагоналлю і симетричними значеннями «1» і «-1» у такому завданні дорівнює . Таким чином, якщо спочатку задано 4 критерії, то матриць, знайдених перебором, буде $64 \cdot 2^{n \cdot (n-1)/2}$

Оскільки метод реалізований в рамках веб-програми, у разі довгих розрахунків браузер повідомить користувача, що сторінка довго не відповідає, і запропонує її перезавантажити. Було знайдено оптимальне число альтернатив, що дорівнює 7, при якому програма встигає швидко перебрати всілякі матриці та розрахувати мінімальну відстань до експертних матриць. При семи альтернативах число матриць, знайдених перебором, становить 2097152. Причому при 8 альтернативах це число зростає до 268435456.

Висновки до другого розділу

Системи підтримки прийняття рішень використовуються для збору даних, аналізу та формування зібраних даних, а також прийняття обґрунтованих рішень чи побудови стратегій на основі аналізу. Зазвичай немає значення, чи задіяні комп'ютери, бази даних чи люди.

Системами підтримки прийняття рішень називають інтелектуальні системи, за допомогою яких особи, що приймають рішення (ОПР), мають змогу аналізувати ситуації, формулювати задачі, виробляти, контролювати й оцінювати варіанти рішень, які забезпечують досягнення поставленої мети. Згідно з таким узагальненим визначенням можна тлумачити СППР як одну з категорій управлінських інформаційних систем.

Системи підтримки прийняття рішень можна розділити на такі категорії: керовані моделями, керовані даними, керовані повідомленнями, керовані документами, керовані знаннями, Веб-СППР (Web-based СППР).

Методи підтримки прийняття рішень поділяються так: методи прийняття індивідуальних рішень та методи прийняття групових рішень. Перші у свою чергу поділяються на три типи залежно від умов, за яких приймається рішення на певні, імовірно-певні, умови невизначеності.

До методів підтримки прийняття рішень слід віднести: методи ухвалення індивідуальних рішень, метод аналітичних ієрархій, лексикографічний метод, метод лексикографічного напівупорядкування, Максимін та Максимум методи, метод перестановок, методи ELECTRE.

Методи прийняття групових рішень: у групових методах ухвалення рішення важливу роль відіграють експерти. У процесі вибору оптимальної альтернативи до їх обов'язків входить експертна оцінка кожного варіанту за одним або декількома критеріями. Якщо експерт утруднюється в оцінці

альтернатив, він може скористатися індивідуальними методами прийняття рішень.

У системі підтримки прийняття рішень, що розробляється, здійснюється реалізація декількох методів ППР. Кожен метод має свої особливості та по-різному здійснює обчислення ранжування альтернатив.

ВИСНОВКИ

1. Інформація виступає основним предметом безпеки експертних систем підтримки та прийняття рішень.

Сучасні визначення категорії "інформація" намагаються відобразити спочатку філософську її суть, а потім – найважливіші властивості сфери суспільних відносин. Ось деякі з них:

- інформація – визначення змісту, отриманого з навколишнього світу;
- інформація – комунікація, зв'язок, у процесі якого встановлюється невизначеність;
- інформація – будь-яка сукупність сигналів, діянь чи відомостей,
- інформація – передача знань про різноманіття природи.

У загальному розумінні інформація - це певні відомості, сукупність певних даних, знань. У філософській науці прийнято виділяти два аспекти існування інформації як субстанції – атрибутивний та функціональний.

Отже, з точки зору теорії інформації, інформація – це зміст повідомлення про сукупність явищ і подій, що представляють інтерес для зацікавлених осіб та організацій, підлягають реєстрації та обробці. При цьому за інформацію вважаються лише ті дані та зведення, які несуть дещо нове, раніше невідоме для споживача (суб'єкта управління).

2. Одним з найважливіших чинників, що беруть участь у процесі обґрунтування і прийняття рішення, є ступінь визначеності інформації стосовно проблеми і наявних альтернатив. Часто особа, яка має ухвалити управлінське рішення, діє в умовах невизначеності, тобто володіє недостатньою кількістю інформації для упевненої організації дій в процесі обґрунтування і прийняття рішення. Тому при обґрунтуванні і прийнятті рішення необхідно завжди враховувати умови, в яких функціонує певна організація або підприємство

залежно від ступеня визначеності або невизначеності інформації та прогнозувати рішення та їх результати в різних ситуаціях.

Виходячи з того, що рішення приймаються в різних умовах і обставинах, з огляду на кількість та якість інформації, необхідної для ухвалення рішення, виділяють рішення, які прийняті в умовах: визначеності (вірогідності, упевненості); ризику (імовірнісної визначеності); невизначеності (ненадійності).

Рішення приймається в умовах визначеності, коли керівник у точності знає результат кожного з альтернативних варіантів вибору.

До рішень, прийнятих в умовах ризику, відносяться такі, результати яких не є визначеними, але ймовірність кожного результату відома. Імовірність визначається як ступінь можливості здійснення даної події та змінюється від 0 до 1. Сума ймовірностей всіх альтернатив має дорівнювати одиниці. В умовах визначеності існує лише одна альтернатива.

Рішення приймається в умовах невизначеності, коли неможливо оцінити ймовірність потенційних результатів. Це трапляється тоді, коли чинники, що потребують врахування, є настільки новими й складними, що про них неможливо одержати досить релевантної інформації. У підсумку ймовірність певного наслідку неможливо передбачити з достатнім ступенем вірогідності.

3. Системи підтримки прийняття рішень використовуються для збору даних, аналізу та формування зібраних даних, а також прийняття обґрунтованих рішень чи побудови стратегій на основі аналізу. Зазвичай немає значення, чи задіяні комп'ютери, бази даних чи люди.

Системами підтримки прийняття рішень називають інтелектуальні системи, за допомогою яких особи, що приймають рішення (ОПР), мають змогу аналізувати ситуації, формулювати задачі, виробляти, контролювати й оцінювати варіанти рішень, які забезпечують досягнення поставленої мети. Згідно з таким узагальненим визначенням можна тлумачити СППР як одну з категорій управлінських інформаційних систем.

Системи підтримки прийняття рішень можна розділити на такі категорії: керовані моделями, керовані даними, керовані повідомленнями, керовані документами, керовані знаннями, Веб-СППР (Web-based СППР).

4. Методи підтримки прийняття рішень поділяються так: методи прийняття індивідуальних рішень та методи прийняття групових рішень. Перші у свою чергу поділяються на три типи залежно від умов, за яких приймається рішення на певні, імовірно-певні, умови невизначеності.

До методів підтримки прийняття рішень слід віднести: методи ухвалення індивідуальних рішень, метод аналітичних ієрархій, лексикографічний метод, метод лексикографічного напівупорядкування, Максимін та Максимакс методи, метод перестановок, методи ELECTRE.

Методи прийняття групових рішень: у групових методах ухвалення рішення важливу роль відіграють експерти. У процесі вибору оптимальної альтернативи до їх обов'язків входить експертна оцінка кожного варіанту за одним або декількома критеріями. Якщо експерт утруднюється в оцінці альтернатив, він може скористатися індивідуальними методами прийняття рішень.

У системі підтримки прийняття рішень, що розробляється, здійснюється реалізація декількох методів ППР. Кожен метод має свої особливості та по-різному здійснює обчислення ранжування альтернатив. У зв'язку з цим розроблено загальний алгоритм роботи програми.

5. Робота системи підтримки рішень була поділена на кілька основних етапів:

1. Користувач вибирає метод підтримки прийняття рішень зі списку. При натисканні на метод можна ознайомитися з коротким описом його роботи, після чого приступити до розрахунку.

2. Необхідно додати альтернативи, вказавши їхню назву, а також задати критерії чи експертів залежно від методу ППР. Для індивідуальних методів

потрібно вказати альтернативи та критерії, для групових – альтернативи та експертів.

3. При додаванні альтернатив, критеріїв чи експертів необхідно вказати назву. Інакше виникне попередження: «Це поле є обов'язковим», перехід на наступний крок буде неможливим.

4. Залежно від методу необхідно заповнити або матриці попарного порівняння, або матрицю переваг. Для методу лексикографічного напівупорядкування даного етапу немає, робота цього методу значно відрізняється від інших методів ППР.

5. Після введення матриць здійснюється перевірка коректності даних. Якщо в матриці вказано неправильне значення, осередок буде виділено червоним кольором і перехід на наступний крок буде неможливим.

6. Обчислення ранжування альтернатив вибраним методом. Розрахунок ранжування кожним методом здійснюється по-різному, оскільки кожен метод має особливості.

7. Виведення проміжних результатів та підсумкового ранжування альтернатив. Залежно від методу, проміжні результати відрізняються.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Азарова, А. О.; Рузакова, О. В.; Воронюк, Л. В. Розробка підходу визначення компетентності експертів при побудові системи підтримки прийняття рішень щодо оцінювання фінансового стану підприємства. 2006.
2. Андрійчук О.В. Метод визначення змістової подібності об'єктів баз знань експертних систем підтримки прийняття рішень: автореф. дис. . канд. техн. наук: 01.05.04 / О.В. Андрійчук; Нац. техн. ун-т України "Київ. політехн. ін-т". Київ, 2015. 20 с.
3. Василенко В. А. Теорія і практика розробки управлінських рішень: Навчальний посібник. К.: ЦУЛ, 2002.- 420 с.
4. Великий тлумачний словник сучасної української мови /укл. О. Єрошенко. Донецьк : ТОВ «Глорія Трейд», 2012. 864 с.
5. Гавловський В.Д. Інформатизація управління соціальними системами: Організаційно-правові питання теорії і практики: навч. посіб. / В.Д. Гавловський, Р.А. Калюжний, В.С. Цимбалюк та ін. К.: МУАП, 2003. 336 с.
6. Голубєв В. О., Гавловський В. Д., Цимбалюк В. С. Інформаційна безпека: проблеми боротьби зі злочинами у сфері використання комп'ютерних технологій. Монографія / За заг. ред. д-ра юрид. наук Калюжного Р. А. Запоріжжя: Просвіта, 2001.
7. Грохольський В.Л., Ісмаїлов К.Ю., Форос Г.В. Науково-практичний коментар до Закону України «Про основні засади забезпечення кібербезпеки України» / за заг. ред. д. ю. н., проф. В. Л. Грохольського. Одеса. ОДУВС, 2020. 134 с.
8. Державне управління : підручник: у 2 т. /Нац. акад. держ. упр. при Президентові України ; ред. кол. : Ю. В. Ковбасюк (голова), К. О. Ващенко (заст. голови), Ю. П. Сурмін (заст. голови) [та ін.]. К. ; Дніпропетровськ : НАДУ, 2012. Т. 1. 564 с.

9. Державне управління: підручник: у 2 т. /Нац. акад. держ. упр. при Президентові України ; ред. кол. : Ю. В. Ковбасюк (голова), К. О. Ващенко (заст. голови), Ю. П. Сурмін (заст. голови) [та ін.]. К. ; Дніпропетровськ : НАДУ, 2013. Т. 2. 324 с.
10. Закон України «Про інформацію» від 02.10.1992 № 2657-12. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2657-12>
11. Закон України «Про Національну програму інформатизації» від 04.02.1998 № 74/98-ВР. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/74/98-вр>
12. Інтелектуальні системи прийняття рішень та проблеми обчислювального інтелекту. зб. наук. пр. міжнар. наук. конф., 24 - 28 трав. 2016 р., Залізний Порт. - Херсон : Вишемирський В.С., 2016. - 381 с. - укр. - рус. - англ.
13. Інформаційне забезпечення управлінської діяльності в умовах інформатизації: організаційно-правові питання теорії і практики. Монографія. К., 2002. 296 с.
14. Інформаційно-аналітичне забезпечення безпеки підприємництва (збір та пошук інформації): навч. посіб. Кн. 2 / під заг. ред. Є. В. Позднишева. К.: Видавець Позднишев, 2007. 74 с.
15. Історія створення та розвитку систем підтримки прийняття рішень [Електронний ресурс]. - URL: https://studme.org/212174/informatika/istoriya_sozdaniya_razvitiya_sistem_pod_derzhki_prinyatiya_resheniy
16. Ковтунець В.В., Нестеренко О.В., Савенков О.І. Безпека систем підтримки прийняття рішень: навч. посібник. К.: Національна академія управління, 2016. 190 с.
17. Кормич Б.А. Інформаційне право: навчальний посібник. Х.: БУРУН і К, 2011. 334 с.
18. Кормич Б.А. Організаційно-правові засади політики інформаційної безпеки України: монографія. Одеса.: Юридична література, 2003. 471 с.

19. Ліпкан В.А. Правові засади розвитку інформаційного суспільства в Україні: монографія. За заг. ред. В. А. Ліпкана. К. : ФОП О. С. Ліпкан, 2015. 664 с.
20. Марущак А.І. Інформаційне право: регулювання інформаційної діяльності: навчальний посібник. К.: Дакор, 2011. 344 с.
21. Миронова Н.О. Методи та інформаційна технологія багатокритеріального колективного експертного оцінювання з використанням нечітких оцінок: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.13.06 / Н. О. Миронова; Одес. нац. політехн. ун-т. Одеса, 2016. 24 с.
22. Основи інформаційного права України: навчальний посібник /В.С. Цимбалюк, В.Д. Гавловський, .В.М. Брижко. К.: Знання, 2009. 414 с.
23. Рада зробила перший крок до створення національної системи кібербезпеки. Режим доступу: <http://espreso.tv/news/2016/09/20>
24. Рудник Л. І. Право на доступ до інформації: дис... канд. юрид. наук: 12.00.07 / Національний університет біоресурсів і природокористування України. К., 2015. 247 с.
25. Рудь І. Закон про кібербезпеку: основні положення, оцінки експертів та розвиток вітчизняного інформаційного простору. Україна: події, факти, коментарі. 2017. № 19. С. 42–48. Режим доступу: <http://nbuviar.gov.ua/images/ukraine/2017/ukr19.pdf>.
26. Савенко Р.Г., Лисенко М.В. Інформаційні системи та технології в економіці Навчальний посібник. Полтава: ПолтНТУ, 2013. 299 с.
27. СОЛОВЙОВ, А. І. Розробка і впровадження інформаційно-аналітичної системи підтримки прийняття управлінських рішень в аграрних підприємствах. Вісник Житомирського національного агроекологічного університету, 2013, 1-2 (2): 148-154.
28. Сороківська О. А. Інформаційна безпека підприємства: нові загрози та перспективи / О. А. Сороківська, В. Л. Гевко // Вісник Хмельницьк. нац. ун-ту. 2010. № 2. Т. 2. С. 32-35.

29. Тактичний кримінальний аналіз: теорія і практика: Навчальний посібник /Н.П. Свиридюк, О.М. Цильмак, Заєць О.М., Ісмайлов К.Ю., Некрасов В.А. за заг. ред. Користіна О.Є.; МВС України, ДНДІ, ОДУВС. Одеса: РВВ ОДУВС, 2019. 298 с.
30. Танцюра М. Ю. Забезпечення ефективності системи інформаційного забезпечення підприємства (на прикладі туристичних підприємств АР Крим) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук : спец. 08.00.04 / М. Ю. Танцюра. Сімферополь, 2012. 21 с.
31. Теорія систем та системний аналіз: навчальний посібник / О.А. Балтовський, К.Ю. Ісмайлов, О.І. Сіфоров, Г.В. Форос, О.М. Заєць. Одеса: РВВ ОДУВС, 156 с.
32. Україна у фокусі кібератак. Режим доступу: <https://scienceukraine.in.ua/sciblogs/ukraina-v-fokusi-kiberatak>
33. Хорошко В.О., Чередниченко В.С., Шелест М.Є. Основи інформаційної безпеки / За ред. проф. В.О. Хорошка. К.: ДУІКТ, 2008. 186 с.
34. Черноног О. О. Напрями підвищення ефективності забезпечення кібербезпеки інформаційних технологій в системі публічного управління. Режим доступу: mino.esrae.ua
35. Шеломенцев В. П. Сутність організаційного забезпечення системи кібернетичної безпеки України та напрями його удосконалення // Боротьба з організованою злочинністю і корупцією (теорія і практика). Київ: Міжвідом. наук.-дослід. центр з проблеми боротьби з організ. злочинністю, 2012. № 2 (28). С.299-309
36. Яремчук, О. І. Аналітична система підтримки прийняття рішень для обґрунтування операцій на фондовій біржі (Master's thesis). 2020
37. A Brief History of Decision Support Systems [Електронний ресурс]. - URL:<https://www.dssresources.com/history/dsshhistory.html>

38. Decision making under certainty, uncertainty and risk [Электронный ресурс]. - URL:<https://www.citeman.com/1382-decision-making-under-certainty-uncertainty-and-risk.html>
39. Decision Support System [Электронный ресурс]. - URL:<https://www.tech-faq.com/decision-support-system.html>
40. Decision Support Systems [Электронный ресурс]. - URL:<https://www.managementstudyguide.com/decision-support-systems.htm>.
41. Decision-Making pod Certainty, Risk and Uncertainty [Электронный ресурс]. - URL:<https://www.businessmanagementideas.com/decision-making/decision-making-under-certainty-risk-and-uncertainty>
42. Rashidi M., Ghodrat M., Samali B. Decision Support Systems [Электронный ресурс]. - URL:<http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.79390> .