

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АЕРОНАВІГАЦІЇ, ЕЛЕКТРОНІКИ ТА
ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

КАФЕДРА АЕРОНАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

д-р. техн. наук, проф.

_____ В. Ю. Ларін

«___» _____ 2020 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)
ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА
ЗА ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНОЮ ПРОГРАМОЮ
«БЕСПЛОТНІ АВІАЦІЙНІ КОМПЛЕКСИ»

Тема: Система підтримки прийняття рішень оператора БПЛА у разі виникнення аварійної ситуації. Проблеми з електропостачанням

Виконав: _____ **О.Ю. Глушко**

Керівник: д-р техн. наук, проф. _____ **Т.Ф. Шмельова**

Нормоконтролер _____ **Т.Ф. Шмельова**

Київ 2020

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий факультет аеронавігації, електроніки та телекомунікацій

Кафедра аеронавігаційних систем

Навчальний ступінь «Магістр»

Спеціальність 272 «Авіційний транспорт»

Освітньо-професійна програма «Безпілотні авіційні системи»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

д-р техн. Наук, професор

_____ В.Ю. Ларін

«___» _____ 2019р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи

ГЛУШКА ОЛЕГА ЮРІЙОВИЧА

1. Тема дипломної роботи: **Система підтримки прийняття рішень оператора БПЛА у разі виникнення аварійної ситуації. Проблеми з електропостачанням**, затверджена наказом ректора від 29.10.19 №2524/ст.
2. Термін виконання проекту: 14.10.2019 – 29.12.2019
3. Вихідні дані проекту: теоретичні дані керівних документів Міжнародної організації цивільної авіації та національних документів України у забезпеченні та виконанні польотів безпілотної авіаційних апаратів.
4. Зміст пояснювальної записки: Система підтримки прийняття рішень. Основні цілі, властивості та переваги СППР. Тенденції розвитку сучасних СППР та їх значення для авіації. Алгоритм створення СППР. Підходи до проектування СППР. Огляд та оцінка існуючих моделей СППР. Розробка структурної схеми та архітектури СППР. Впровадження програми та перевірка її ефективності.
5. Перелік обов'язкового графічного матеріалу: 4 рисунки, 12 таблиць, 1 алгоритм.

6. Календарний план-графік

Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання
Підготовка та написання 1 розділу «Система підтримки прийняття рішень, основні цілі та тенденції розвитку»	20.10.2019-22.10.2019	<i>Виконано</i>
Підготовка та написання 2 розділу «Аналіз проектування систем підтримки прийняття рішень оператора БПЛА у разі виникнення аварії»	29.10.2019-13.11.2019	<i>Виконано</i>
Розробка структурної схеми та архітектури СППР в заданих умовах	13.11.2019-18.11.2019	<i>Виконано</i>
Впровадження проекту та перевірка його ефективності	18.11.2019-22.11.2019	<i>Виконано</i>
Пропозиції щодо успішного проектування та реалізації системи	22.11.2019-29.11.2019	<i>Виконано</i>
Оформлення пояснювальної записки та ілюстрованого матеріалу	10.12.2019-29.12.2019	<i>Виконано</i>
Попередній захист дипломної роботи	25.01.2020-31.01.2020	<i>Виконано</i>

7. Дата видачі завдання: «14» жовтня 2019 року.

Керівник: д-р техн. наук, проф.

_____ Т.Ф.Шмельова

Завдання прийняв до виконання

_____ О.Ю.Глушко

РЕФЕРАТ

Мета та завдання дослідження. Метою роботи було проаналізувати особливості розробки та практичного застосування моделі для СППР оператора БПЛА у разі виникнення проблем з електропостачанням.

Для досягнення мети були поставлені наступні завдання:

1. розглянути теоретичні засади дослідження СППР оператора БПЛА під час виникнення аварії;
2. дослідити алгоритм створення СППР оператора БПЛА у разі виникнення проблем з електропостачанням;
3. спроектувати СППР оператора БПЛА у заданих умовах невизначеності ;
4. розробити методичні рекомендації щодо успішного проектування та реалізації системи.

Об'єкт дослідження – процес проектування та реалізації математичної моделі СППР оператора БПЛА під час виникнення аварійної ситуації.

Предмет дослідження – особливості розробки та впровадження програми СППР в межах моделювання операторської діяльності при керуванні БПЛА у разі виникнення проблем з електропостачанням.

Методи дослідження: методи системного аналізу, аналіз наукової літератури, спостереження, абстрагування, узагальнення, математичного моделювання.

Теоретично - інформаційну базу дослідження склали праці таких науковців, як І. Авілов, С. Бабак, В. Барсов, Ю. Беляєв, П. Бідюк, А. Горбань, Н. Дахно, Р. Животовський, С. Ільницька, В. Казак, А. Лісовський, Д. Поліщук, Ю. Сікірда, А. Стратій, Х. Таха, В. Харченко, В. Царегородцев, Т. Шмельова, О. Шостак, Л. Ясницький та інших.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що дослідження ґрунтується на результатах поглибленого вивчення особливостей створення та реалізації моделі СППР для оператора БПЛА під час виникнення

проблем з електропостачанням, а також розроблено практичні рекомендації щодо попередження ризиків під час проектування.

Структура роботи визначена логікою його дослідження та складається зі вступу, основної частини із чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Зміст роботи викладено на 83 сторінках друкованого тексту, з них основний текст займає 76 сторінок. Перелік джерел посилання складається із 58 найменувань та займає 7 сторінок.

АРКУШ ЗАУВАЖЕНЬ

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИК СКОРОЧЕНЬ.....	8
ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД І ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	11
1.1. Система підтримки прийняття рішень: генеза, визначення, зміст.....	11
1.2. Основні цілі, властивості та переваги СППР.....	15
1.3. Тенденції розвитку сучасних СППР та їх значення для авіації.....	17
Висновки до першого розділу.....	24
РОЗДІЛ 2. Технічне завдання.....	26
РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ОПЕРАТОРА БПЛА У РАЗІ ВИНИКНЕННЯ АВАРІЇ.....	31
3.1. Алгоритм створення СППР.....	31
3.2. Підходи до проектування СППР.....	36
3.3. Огляд та оцінка існуючих моделей СППР.....	41
Висновки до другого розділу розділу.....	50
РОЗДІЛ 4. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ОПЕРАТОРА БПЛА ПІД ВИНИКНЕННЯ ПРОБЛЕМ З ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯМ.....	51
4.1. Розробка структурної схеми та архітектури СППР.....	51
4.2. Впровадження програми та перевірка її ефективності.....	55
4.3. Пропозиції щодо успішного проектування та реалізації системи.....	68
Висновки до третього розділу.....	72
ВИСНОВКИ.....	73
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	76
ДОДАТКИ.....	83

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АНС – аеронавігаційна система;

АСУ – автоматизована система управління;

БД – база даних;

БПЛА – безпілотний літальний апарат;

ІБД – інтегрована база даних;

ІТ – інтелектуальні інформаційні технології;

НМ – нейронна мережа;

ОВП – особливий випадок в польоті;

СОЕ – система обслуговування енергосистеми;

СППР – система підтримки прийняття рішень;

СУБД – система управління базою даних;

ШНМ – штучні нейронні мережі;

ВСТУП

Актуальність дослідження. На сьогоднішньому етапі розвитку суспільства інформаційні технології стають головною причиною значного зростання актуальності сфер наукової діяльності, що пов'язані з математичним проектуванням процесів. Створення реальних об'єктів дійсності здебільшого супроводжується значними складностями, що формулюються вже на стадії постановки проблеми. Ці складнощі переважним чином є наслідком недосконалості обчислювальних методів та засобів їх реалізації [2, с. 134-156].

Слід зазначити, що важливе місце в єдиній транспортній структурі України належить повітряному транспорту, важливість якого повсякчас підвищується. При цьому необхідним елементом авіації є система еаронавігації (АНС), яка призначається для ефективної реалізації авіапольотів. Сучасна аеронавігаційна система є складною ієрархічною людино-машинною структурою, що за допомогою відповідних технічних атрибутів здатна забезпечити процес організації повітряного руху та зробити його безпечним, регулярним та ефективним аеронавігаційним обслуговуванням. Виконання вимог до безпеки повітряного руху певної швидкості та щільності окремого польоту, у відповідності до врахування погодних умов та, як наслідок, можливої відмови механізмів аеронавігації та впливу людського фактора досліджують вчені та авіаційні спеціалісти протягом всієї історії авіації. Дані статистичного аналізу щодо авіаційних пригод впродовж останніх десятиліть вказують на домінуючу роль впливу людини-оператора на загальне число авіаційних подій, що складає майже 80%. Величезна частина авіаційних подій (49%) стосується свідомих порушень пілотами льотних законів та недотримань усталених інструкцій, а також порушення процесу передпольотної підготовки (42%). Традиційні способи, такі, як підвищення рівня професійної підготовки, трудової дисципліни, в цьому випадку практично безсилі, оскільки авіаційний фахівець професійно достатньо підготовлений. Зростаюча ціна помилок оператора визначає постійну необхідність пошуку шляхів і засобів забезпечення ефективного функціонування

людини в нормальних і екстремальних умовах діяльності. виправити ситуацію здатні автоматизовані інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень (СППР), які дозволяють змодельовати прогнозований розвиток ситуації при настанні особливого випадку в польоті у вигляді відповідних діаграм причинно-наслідкових зв'язків події, що може відбутися. Таким чином проектування операторської діяльності за допомогою математичних моделей СППР у конкретно заданих умовах сприяє виключенню помилкових рішень із застосуванням людського фактору, тобто максимально його виключає [23, с. 23-28].

Крім того, урахування впливу факторів зовнішнього середовища в разі прийняття рішення людиною-оператором (професійного і непрофесійного характеру), розвиток ситуації від нормальної до катастрофічної, умови експлуатації літального апарату (очікувані і неочікувані) дозволяють моделювати дії людини-оператора в особливих випадках польоту з упередженням [9, с. 17-23].

Проте, незважаючи на активні дослідження в цій галузі, все ще залишаються не вирішеними в повному обсязі питання, пов'язані з розробкою методів і алгоритмів моделювання операторської діяльності в авіаційній галузі під час виникнення надзвичайної ситуації, а саме: проблеми з електропостачанням. Недостатньо чітко описані задачі створення моделей СППР в діяльності людини-оператора в очікуваних та неочікуваних умовах експлуатації об'єкта керування БПЛА, також особливості їх реалізації.

Виходячи з вищенаведеного, наше дослідження особливостей розробки та практичного застосування СППР оператора БПЛА у разі виникнення проблем з електропостачанням є актуальним.

РОЗДІЛ 1.

ОГЛЯД І ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Система підтримки прийняття рішень: генеза, визначення, зміст

Система підтримки прийняття рішень (СППР) - це інформаційна система, яка підтримує ділові або організаційні дії по прийняттю рішень. СППР служать рівнями управління, експлуатації та планування процесом і допомагають людям приймати рішення про проблеми, які можуть швидко змінюватися і які важко визначити заздалегідь, тобто неструктуровані і напівструктуровані проблеми прийняття рішень. Водночас СППР являють собою інтерактивні системи, що здатні забезпечити користувачу швидкий доступ до інструментарію і даних для процесу підтримки прийняття рішення відносно слабоструктурованих і неструктурованих задач [25, с. 200-225].

Варто зазначити, що системи підтримки прийняття рішень можуть бути або повністю комп'ютеризованими, або керованими людиною, або поєднувати обидві можливості. У той час як вчені сприймають СППР як інструмент для підтримки процесів прийняття рішень, користувачі СППР розглядають їх як інструмент для полегшення організаційних процесів. Деякі автори розширили визначення СППР, включивши в нього будь-яку систему, яка може підтримувати прийняття рішень, а деякі СППР включають програмний компонент для прийняття рішень [31, с. 85-86]:

1. СППР, як правило, націлена на менш чітко структуровану, недостатньо конкретизовану проблему, з якою зазвичай стикаються керівники вищого рівня;
2. СППР намагається об'єднати використання моделей або аналітичних методів з традиційними функціями доступу до даних і їх пошуку;
3. СППР спеціально фокусується на функціях, які роблять їх зручними для використання недосвідченими людьми в інтерактивному режимі;
4. СППР підкреслює гнучкість і адаптивність, щоб пристосуватися до змін в середовищі і підході користувача до прийняття рішень.

5. СППР включають в себе системи, засновані на знаннях. Правильно спроектована СППР - це інтерактивна програмна система, призначена для того, щоб допомогти особам, які приймають рішення, збирати корисну інформацію з комбінації необроблених даних, документів і особистих знань або бізнес-моделей для виявлення і вирішення проблем і прийняття рішень.

Концепція підтримки прийняття рішень виникла в основному з теоретичних досліджень прийняття організаційних рішень, проведених в Технологічному інституті Карнегі в кінці 1950-х і початку 1960-х років, і роботи по впровадженню, виконаної в 1960-х роках. У 1960-х роках дослідники почали систематично вивчати використання комп'ютеризованих кількісних моделей для надання допомоги в прийнятті рішень і плануванні (Raymond, 1966 p.; Turban, 1967 p.; Urban, 1967 p., Holt and Huber, 1969 p.). Фергюсон і Джонс (1969 p.) повідомили про перший експериментальному дослідженні з використанням комп'ютерної системи прийняття рішень. Вони досліджували додаток для планування виробництва, що працює на IBM 7094.

Одним з головних історичних поворотних моментів стало дослідження дисертації Майкла С. Скотта Мортон в 1967 році в Гарвардському університеті. Дослідження Скотта Мортон включало створення, впровадження і потім тестування інтерактивної, заснованої на моделях системи прийняття управлінських рішень. Науковий співробітник Гарвардського університету студент Ендрю Маккош стверджує, що «концепція систем підтримки прийняття рішень була вперше сформульована Скоттом Мортон в лютому 1964 року в підвальному приміщенні в Шерман Холл, Гарвардській школі бізнесу» в ході обговорення дисертації Скотта Мортон. У 1966 році Скотт Мортон (Скотт Мортон, 1971 p.) вивчав, як комп'ютери та аналітичні моделі можуть допомогти менеджерам в ухваленні повторюваного ключового рішення з бізнес-планування. Він провів експеримент, в якому менеджери фактично використовували систему прийняття управлінських рішень (MDS). Менеджери з маркетингу і виробництва використовували MDS для координації планування виробництва обладнання для пралень. Новаторська робота Джорджа Данцига, Дугласа Енгельбарта і Джея

Форрестера, ймовірно, вплинула на можливість створення комп'ютеризованих систем підтримки прийняття рішень [34, с. 254-267].

У 1952 році Данциг став математиком-дослідником в корпорації Rand, де він почав здійснювати лінійне програмування на своїх експериментальних комп'ютерах.

В середині 1960-х років Енгельбарт і його колеги розробили першу систему гіпермедіа- групового програмного забезпечення під назвою NLS (oNLine System). NLS сприяла створенню цифрових бібліотек, а також зберігання та пошуку електронних документів з використанням гіпертексту. NLS також забезпечувала відеоконференцзв'язок на екрані і була попередником групових систем підтримки прийняття рішень. В 1962 році професор Форрестер брав участь в створенні системи протиповітряної оборони SAGE Північної Америки. SAGE, ймовірно, є першою комп'ютеризованою СППР, що керувалася за допомогою бази даних. Крім того, науковець заснував Групу системної динаміки в Массачусетському технологічному інституті Sloan School. Його робота з корпоративного моделювання привела до програмування DYNAMO, компілятора загального моделювання.

У 1960 році JCR Licklider опублікував свої ідеї про майбутню роль інтерактивних обчислень з множинним доступом в статті під назвою «Симбіоз людини з комп'ютером». Він побачив, що взаємодія людини з комп'ютером підвищує якість та ефективність вирішення людських проблем, а його стаття послужила прикладом для наслідування майбутнім поколінням в галузі комп'ютерних досліджень. До квітня 1964 року розробка IBM System 360 спроектувала практичні та економічно ефективні моделі інформаційних систем управління для великих компаній.

Слід додати, що до середини 1970 року СППР стала автономною галуззю власних досліджень. В середині і наприкінці 1980-х років виконавчі інформаційні системи, системи підтримки прийняття рішень в групах і системи підтримки прийняття рішень в організації розвивалися з СППР, орієнтованими на одного користувача та модель.

Згодом визначення і сфера застосування СППР змінювалися [38, с. 200-210]:

- у 1970-х роках СППР була описана як «комп'ютерна система для сприяння прийняттю рішень»;

- в кінці 1970-х років ідея СППР почала концентруватися на «інтерактивних комп'ютерних системах, які допомагають особам, які приймають рішення, використовувати бази даних і моделі для вирішення погано структурованих проблем»;

- в 1980-х роках СППР повинна була стати системою, що використовує відповідні і доступні технології для підвищення ефективності управлінської та професійної діяльності.

У 1987 році компанія Texas Instruments завершила розробку системи GADS) для United Airlines. Цій СППР приписується функція значного скорочення затримок у поїздках за рахунок допомоги в управлінні наземними операціями в різних аеропортах. Починаючи приблизно з 1990 року, сховище даних і оперативна аналітична обробка почали розширювати сферу СППР.

На початку тисячоліття були представлені нові веб-аналітичні програми. Поява нових і більш досконалих технологій звітності призвело до того, що СППР почали ставати критично важливими компонентом проектування управління. Приклади цього можна побачити в інтенсивному обговоренні СППР в освітньому середовищі. В той же час дослідники сформувавши три основні компоненти архітектури СППР [50, с. 110-117]:

- бази даних (або база знань),
- модель (тобто, контекст прийняття рішень і критерії користувача) інтерфейс користувача .

При цьому самі користувачі також є важливими компонентами архітектури.

Як і інші системи, системи СППР вимагають структурованого підходу. Така структура включає в себе людей, технології і підхід до розвитку.

Відомо, що процес проектування та впровадження СППР складається з чотирьох етапів [56, с. 172-176]:

1. Інтелект - пошук умов, що вимагають прийняття рішення;

2. Дизайн - розробка та аналіз можливих альтернативних дій рішення;
3. Вибір - вибір алгоритму дій;
4. Реалізація - прийняття обраного алгоритму дій в ситуації прийняття рішення.

При цьому рівні технології СППР (апаратного і програмного забезпечення) можуть включати в себе [34, с. 254-267]:

- додаток, що буде використовуватися користувачем. Це частина програми, яка дозволяє особі, що приймає рішення, приймати рішення в конкретній проблемній області. Користувач може діяти на цю конкретну проблему.

- генератор, який містить програмне середовище, яке дозволяє людям легко розробляти конкретні програми СППР. Цей рівень використовує інструменти або системи, такі як Crystal, Analytica і iThink.

1.2. Основні цілі, властивості та переваги СППР

До основних цілей систем підтримки прийняття рішень відносять [32, с. 33-48]:

1. Здатність удосконалювати рішення.

СППР моделюють відповідні умови для операторів завдяки яким вони можуть вирішувати проблемні питання та приймати правильні рішення за допомогою використання інтелектуальних систем.

2. Можливість збільшити відсоток продуктивності роботи того, хто приймає рішення, тобто впливають на спроможність генерувати за короткий проміжок часу ефективні рішення.

3. Спроможність надавати доповнення до набору інструментарію продукування рішень, здатність генерувати ефективні можливості відносно збору та функціонування нових знань завдяки аналізу та розпізнання проблеми заздалегідь.

4. Можливість полегшити виконання процесу прийняття рішень, наприклад, скоротити один з його етапів (збір інформації, моделювання, відбіру альтернатив).

5. Здатність упорядковувати та полегшувати аналіз ймовірних шляхів розв'язування проблемних аспектів.

6. Можливість допомогати приймати рішення неструктурованого чи напівструктурованого характеру.

7. Підвищення фахового рівня тих, хто приймає рішення, відносно процесу управління даними завдяки доповненню фізичної здатності людини до такого управління можливостями засадничих аспектів прийняття рішень на ПК.

В свою чергу впровадження цих цілей надає користувачам СППР наступні потенційні переваги [29, с. 1-4]:

- відбувається підвищення спроможності приймачів рішень релевантно оброблювати інформацію та отримані знання;
- виникає можливість у того, хто приймає рішення, за допомогою СППР вирішувати такі проблеми, які одна людина не може вирішити фізично;
- СППР сприяє оперативному та більш ефективнішому вирішенню проблем;
- стимулює роздуми того, хто приймає рішення, відносно проблемного питання в процесі використання СППР;
- проектування СППР здатні виявляти нові методи мислення про домени існуючих рішень та частково оформлювати алгоритми модуляції рішень;
- сприяє забезпеченню привабливішої причини задля позиційного обґрунтування приймача рішень;
- продукує конкурентну перевагу для користувача через покращену внутрішню продуктивність.

З іншого боку, СППР не здатні вирішити окремі проблеми, а також їх трансформувати, на відміну від автора рішення. Серед них такі [39, с. 21-31]:

1. неспроможність відтворити деяку властиву саме конкретній особі унікальність управління знаннями,

2. неможливість СППР повторити манеру подачі та репрезентації проблемного питання автором рішення;

3. нездатність СППР виправити помилки, яких припустився автор рішення в ході роботи з системою, оскільки інтелектуальна штучна система обмежується лише тими даними, які в ній запрограмовані;

4. високий рівень залежності СППР від різного виду небезпек, наприклад, від несанкціонованого доступу до ПК.

Більш предмет ніше розглянемо основні властивості СППР. До них відносять наступні:

- Властивість інтеракції.

Дана ознака означає, що СППР здатна реагувати на різноманітні дії з боку оператора з метою впливу на обчислювальний процес під час діалогового режиму.

- Властивість інтегрування.

Ознака свідчить про сумісність структурних елементів СППР щодо процесу управління інформацією та механізмами комунікації з користувачами під час прийняття рішення.

- Властивість доступності.

Спроможність забезпечити процес видачі відповідей на запити оператора в потрібній формі та в необхідний часовий проміжок.

- Властивість гнучкості.

Ця риса характеризує здатність СППР пристосовуватися до змін в залежності від ситуації.

- Властивість надійності.

Ця здатність СППР дозволяє системі виконувати необхідні функції протягом встановленого терміну.

- Властивість поновлення.

Вміння системи поновлюватися в разі прийняття помилкових рішень як зовнішнього, так і внутрішнього характеру.

- Властивість контролінгу.

Означає, що людина може керувати діями СППР, беручи безпосередню участь в процесі розв'язування задач.

1.3. Тенденції розвитку сучасних СППР та їх значення для авіації

Сучасні СППР рішень виконують такі функції [42, с. 21-57]:

- надають людині допомогу під час прийняття рішень та гарантують підтримку відносно широкого спектру структурованих або неструктурованих задач.
- підтримують та посилюють судження та оцінку автора рішення. При цьому контроль за реалізацією рішення покладається на людину.
- сприяє росту кількості ефективно прийнятих рішень.
- інтегрують моделі та аналітичні способи із звичайним доступом до інформації з вибірковістю даних. У процесі прийняття рішення активізуються кілька наявних систем із переліку.
- дозволяють значно полегшити процес комунікації оператора з ПК навіть, якщо той, хто приймає рішення, не достатньо володіє знаннями роботи з комп'ютером.
- дають можливість інтерактивно вирішувати завдання.
- сприяє пристосуванню до змін зовнішнього чи внутрішнього середовища для полегшення процесу вирішення задач користувачем.

Відносно галузей застосування СППР, можна констатувати, що вони широко представлені в економіках різних світових держав, при цьому їх кількість стрімко росте. Орієнтовані на процес операційного керування СППР використовуються в маркетингу (для прогнозування та вивчення ринків збуту, аналізу ринку та цінової кон'юктури), а також в управлінні кадрами та під час науково-дослідної та конструкторської діяльності.

Наведемо деякі приклади використання СППР в економічній галузі та назви програм [46, с. 900-912].

- СППР Marketing Expert.

Має на меті підтримувати прийняття рішень на всіх етапах проектування стратегічно-тактичних маркетингових планів.

- СППР Decision Grid.

Програма для автоматизації механізму зіставлення дискретних альтернатив за допомогою різних критеріїв.

- СППР RealPlan.

Це система з інвестування в нерухоме майно, що здатна виконувати багато типових дій.

- FedEx.

Програма, яка дозволяє вивчати можливості ділової інформації з глобальної бази 700 кінцевих користувачів. Система має в своєму розпорядженні централізоване, інтегроване відкрите сховище даних та забезпечує електронний доступ в режимі онлайн до фінансово-логістичного середовища, необхідного для планування і прийняття рішень.

Повітряний транспорт - найбезпечніший спосіб подорожувати. Глобальні стандарти безпеки і узгоджений підхід, сформульовані спільно урядами, регулюючими органами, виробниками, галузевими асоціаціями та операторами, домоглися успіху в зниженні кількості інцидентів і аварій. Зусилля, однак, не можуть зупинитися. У постійно мінливому світі авіаційна діяльність повинна продовжувати адаптуватися, щоб адекватно вирішувати виникаючі проблеми і застосовувати отримані уроки для посилення захисту галузі від аварій.

Оскільки людська помилка є основною причиною авіаційних подій та пригод, людський фактор повинен бути в центрі уваги будь-якої стратегії забезпечення безпеки польотів. Незалежно від того, чи проводиться аналіз безпеки в автономному режимі або в операціях в реальному часі, завжди необхідно поліпшити розуміння ефективності роботи людини в оперативному контексті. Людський фактор забезпечує універсальну основу для об'єднання всіх компонентів управління ризиками в єдине ціле.

Фактори важливості орієнтації на стратегії людського фактора для підвищення безпеки польотів [52, с. 11-16]:

- Зниження мінливості людських характеристик шляхом стандартизації поведінки і, отже, підвищення загальної передбачуваності системи є головною

метою стратегій людського фактора в авіації. Це повинно бути досягнуто в авіаційному середовищі, яке характеризується:

а) Високою людською мінливістю.

Існує велика кількість пілотів з низькою поведінковою передбачуваністю і широким спектром досвіду, культур і схильності до помилок.

б) Висока організаційна мінливість через відмінності між авіакомпаніями з точки зору таких факторів, як розмір, зрілість, операційні стилі і стратегії субпідряду.

в) Низька варіабельність літака.

В результаті досягнень в області матеріалів, компонентів і дизайну, відмова обладнання є відносно рідкісним, а режими відмови є вельми передбачуваними. Основне поле людського фактора з часом стало більш зрілим, і увагу, яку приділяють людським факторам в авіації, склало довгий список досягнень.

- Сукупний ефект від застосування цих успіхів людського фактора в авіації був добре задокументований. Також тривають зусилля з дослідження людського фактора, які створили великий перелік нових потенційних контрзаходів.

- Увага до нетехнічних навичок і навчання управління ресурсами екіпажу (CRM) з'явилося на початку 1980-х років. В кінці 1980-х років були також введені високоавтоматизовані льотні палуби і засоби захисту від зльоту. Правила людського фактора (наприклад, ліцензування льотного екіпажу, експлуатація, технічне обслуговування, проектування) отримали додатковий імпульс на початку 1990-х років. Починаючи з середини 1990-х років. Стали проводитися посилені нагляд, аналіз реєстраторів польотних даних, аудит безпеки на рівні ліній (LOSA) і аналогічні програми. Рівні безпеки збільшилися, але з очевидним зменшенням віддачі, що вказує на необхідність появи нової парадигми зчеплення в новому промисловому циклі.

Варто відмітити, що причини більшості авіаційних подій пов'язані з психологією членів екіпажу та потребують відповідного розгляду. Проблема підвищення безпеки функціонування людини-оператора лежить за межами однієї області знань, і вирішити її можливо тільки шляхом комплексного підходу. Аналіз

людського фактора виконуються в рамках концепцій ICAO реалізацією програм CNS/ATM [55, с. 70-74]:

- автоматизація, направлена на людину-оператора;
- розвиток фактору ситуативної обізнаності;
- щільний контролінг за помилками.

Можна навести приклад системи поведінкової діяльності людини–оператора Ендслі під назвою «Situational Awareness», що в перекладі означає операційне розуміння ситуації, та групи осіб «Team Situational Awareness».

Слід зазначити, що дана модель надає можливість цілісно розуміти ситуацію та сприяє цілеспрямованим і ефективним діям людині-оператору в позаштатних ситуаціях. Кібернетична програма американця Дж. Бойда під назвою OODA - це своєрідна спрощена модель людського реагування в умовах збройного конфлікту. В ній представлено [49, с. 267-290]:

- розвиток події, який відбувається по спіралі;
- взаємозв'язок із зовнішнім середовищем на всіх етапах розвитку;
- адекватний вплив на ворога.

Проте в циклі відсутній досвід з наслідування, який є найголовнішим компонентом СППР. Крім досвіду, що входить до професійної підготовки людини-оператора, ергономічної специфіки аеронавігаційної системи та інформаційного забезпечення людини, на професійну діяльність людини-оператора впливають непрофесійні фактори, особливо під час прийняття рішення оператором у неочікуваних ситуаціях експлуатації літального апарату.

У будь-який конкретний день фахівці і диспетчери управління повітряним рухом FAA стежать за тим, щоб приблизно 50 000 рейсів, що виконують різноманітні місії в різних погодних умовах, благополучно і вчасно добіралися до пунктів призначення. СППР допомагає їм ефективно управляти тим, що в іншому випадку могло б бути заплутаною мережею затримок.

Програми та продукти СППР в цілому охоплюють управління повітряним рухом для стратегічного потоку, потоку в дорозі, потоку терміналу і руху по поверхні аеропорту. Інструменти СППР поєднують моделювання та аналіз з

традиційним доступом до даних і їх отриманням, що дозволяє менеджерам трафіку приймати рішення в швидко мінливих середовищах. Інструменти попереджають операторів про умови, що вимагають прийняття рішення, і допомагають розробляти і аналізувати можливі напрямки дій.

Основними інструментами для стратегічного потоку, потоку в дорозі і терміналу/наземного потоку є Система керування транспортними потоками (TFMS), Управління потоками на основі часу (TBFM) і Диспетчер даних про польотних рейсах терміналу (TFDM).

Ці системи часто називають «3Ts». Система керування транспортними потоками – це продукт стратегічного потоку, доступна цілодобово для підтримки стратегічного і тактичного управління транспортними потоками в командному центрі системи управління повітряним рухом [58, с. 12-35].

Система стає особливо важливою, коли зовнішні фактори, такі як несприятливі погодні умови, знижують ємність NAS, що вимагає попереднього планування, координації та коригувань для пом'якшення впливів - пропущених сполук, скасованих рейсів і збільшення витрати палива. TFMS - це основний інструмент аналізу, який використовується в командному центрі для двогодинного планування телеконференцій для планування стратегій пом'якшення впливу між Командним центром, підрозділами управління рухом на всіх 81 основних засобах управління повітряним рухом і операторами польотів. Поряд з поліпшеними алгоритмами прогнозування, САТМТ додасть інструмент TFMS для інтегрованого планування маршруту вильоту. Інструмент використовує інформацію про погоду і попиті на виліт, щоб визначити потенційні дисбаланси ємності і попиту і рекомендувати варіанти зміни маршруту.

Система керування транспортними потоками включає в себе попередження, які показують диспетчерам повітряного руху, коли прогнозується перевищення пропускної здатності. Нові дані про наземні операції, а також дані, якими обмінюються через SWIM, дозволять використовувати нові додатки для диспетчерських вишок в аеропортах, такі як поліпшені прогнози потреб на поверхні, покращене планування тактичних вильотів і можливості підтримки

прийняття рішень по балансуванню ВПП. Крім того, можливість інформування про ситуацію на поверхні буде розширена на інші об'єкти через SWIM.

Таким чином, врахування аспектів впливу різного роду факторів під час прийняття рішення оператором (професійного чи непрофесійного рівня), моделювання події від нормальної до катастрофічної, а також умови експлуатації літального апарату допомагають прогнозувати людську реакцію в надзвичайних ситуаціях. За стандартних обставин людиною-оператором виконується чіткий алгоритм дій з пілотування та обслуговування повітряного руху. Ці дії регламентуються технічною документацією.

Що стосується виникнення позаштатних ситуацій, то вони вимагають оперативного реагування оператора задля можливості попередити перехід ситуації до катастрофічного рівня. При цьому нормативні стандарти розраховані лише на очікувані умови експлуатації літальним апаратом та не включають в себе дії в надзвичайних умовах. Проте, як свідчить статистика, більша частина авіаційних подій трапляється саме в надзвичайних ситуаціях. Через це потрібно застосовувати системи підтримки прийняття рішень, що допомагають приймати правильні рішення в короткий проміжок часу та, аналізуючи подію в режимі онлайн, надають можливість моделювати кілька можливих сценаріїв розвитку події на кшталт «що було б, якби».

Висновки до першого розділу

Підсумовуючи перший розділ, можемо зробити такі висновки:

1. Визначили, що СППР - це інформаційна система, яка підтримує ділові або організаційні дії по прийняттю рішень. Ця система служить рівнями управління, експлуатації та планування процесом і допомагає людям приймати рішення про структуровані та напівструктуровані проблеми.

2. З'ясували, що процес проектування та впровадження СППР складається з чотирьох етапів:

- інтелектуальний пошук умов, що вимагають прийняття рішення;
- розробка та аналіз можливих альтернативних дій рішення;
- вибір алгоритму дій;
- прийняття обраного алгоритму дій в ситуації прийняття рішення.

3. Охарактеризували основні цілі, властивості та переваги СППР.

4. Розглянули тенденції розвитку сучасних систем та їх значення для авіаційної галузі.

Постановка задачі дослідження

Метою є проектування системи підтримки прийняття рішень оператора БПЛА у разі виникнення проблем з електропостачанням.

Відповідно поставленій меті потрібно вирішити такі завдання:

1. розглянути теоретичні засади дослідження СППР оператора БПЛА під час виникнення аварії;
2. дослідити алгоритм створення СППР оператора БПЛА у разі виникнення проблем з електропостачанням;
3. спроектувати СППР оператора БПЛА у заданих умовах невизначеності ;
4. розробити методичні рекомендації щодо мінімізації ризиків при проектуванні системи.

РОЗДІЛ 2.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

2.1 Тема магістерської дипломної роботи

Система підтримки прийняття рішень оператора БПЛА у разі виникнення аварійної ситуації. Проблеми з електропостачанням.

2.2 Передумови магістерської роботи

- Навчальна програма освітньої кваліфікації «Магістр» за напрямом 6.070201 «Аеронавігація» .
- Розпорядження ректорів тем та керівників дипломів від 29.10.19 №2524/ст.

2.3 Мета та завдання дослідження.

Мета – проаналізувати особливості розробки та практичного застосування моделі для СППР оператора БПЛА у разі виникнення проблем з електропостачанням.

Завдання – проектування та реалізація математичної моделі СППР оператора БПЛА під час виникнення аварійної ситуації.

2.4 Джерела на яких базується дипломна робота

1. Unmanned Aerial Vehicles in Civilian Logistics and Supply Chain Management. Chapter 5 Automated System of Controlling Unmanned Aerial Vehicles Group Flight /Tetiana Shmelova, Dmitriy Bondarev - International Publisher of Progressive Information Science and Technology Research, USA, Pennsylvania. – November, 2019. – P. 167-204
2. Бондарев Д. І Визначення критеріїв ефективності групових польотів безпілотних літальних апаратів методами теорії графів / Бондарев Д. І., Кучеров Д. П., Т. Ф. Шмельова, // Матеріали XIV міжнар. наукової конф. студентів та молодих учених «Авіа-2015» – Київ, 28-29 квітня 2015 р.– К.: НАУ, 2015.

3. Дахно Н. Б. Моделі прийняття рішень для дистанційного керування безпілотними літальними апаратами на основі варіаційно-градієнтних методів : автореф. дис. на здоб. наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.13.06 "Інформ. технології" / Дахно Наталія Борисівна ; Держ. ун-т телекомунікацій. - К., 2015.
4. Kharchenko V. Modelling of decision making of unmanned aerial vehicle's operator in emergency situations // Kharchenko V, Shmelova T., Bondarev D., Stratiy A. // Proceedings of the National Aviation University. – 2017.

2.5 Очікувані наукові результати та порядок їх реалізації

За результатами наукових досліджень слід отримати наступні результати:

В результаті проведених розрахунків необхідно переконатись, що за даних умов невизначеності, а саме проблеми з електропостачанням посадка на аеродромі є більш оптимальною альтернативою доцільності прийнятого рішення.

Порядок реалізації розробленого рішення СППР для оператора БПЛА під час виникнення проблем з електропостачанням складається з таких етапів:

1. Прийняття рішення в надзвичайних ситуаціях при невизначеності.
2. Розробка рішення в умовах ризику.
3. Рішення в умовах невизначеності.

2.6 Вимоги до виконання дипломної роботи

Дипломна робота освітньо-кваліфікаційного рівня магістр виконується з актуальної теми, з обов'язковими елементами новизни, з високим рівнем теоретичної частини, та мати науково-практичну значимість, їй має бути притаманний дослідницький характер, оформлення роботи має бути оформлено коректно згідно вимог які є для наукових робіт, а саме відповідно методичним вказівкам для студентів навчального напрямку 6.070102 «Аеронавігація», та

державного стандарту України ДСТУ 3973-2000 «СРППВ. Правила виконання науково-дослідних робіт. Загальні положення».

Пояснення необхідно виконати відповідно вимогам ДСТУ 3008-95 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки».

2.7 Етапи дипломної роботи та сфери їх реалізації

Таблиця 2.1 Етапи дипломної роботи

Етапи роботи	Зміст етапу	Терміни		Форма звітності (номер розділу магістерської роботи)
		Початок	Закінчення	
1	2	3	4	5
1. Аналіз системи підтримки прийняття рішень оператора БПЛА	Система підтримки прийнятті рішень	20.10.2019	22.10.2019	Розділ 1.1
	Основні цілі, властивості та переваги СППР	23.10.2019	25.10.2019	Розділ 1.2
	Тенденції розвитку сучасних СППР та їх значення для авіації	26.10.2019	28.10.2019	Розділ 1.3
3. Аналіз проектування	Алгоритм створення СППР	29.10.2019	2.11.2019	Розділ 3.1

системи підтримки прийняття рішень оператора БПЛА уразі виникнення аварії	Підходи до проектування СППР	3.11.2019	6.11.2019	Розділ 3.2
	Огляд та оцінка існуючих моделей для СППР	7.11 2019	13.11.2019	Розділ 3.3
4. Практична реалізація системи підтримки прийняття рішень оператора БПЛА під час виникнення проблем з електропостачанням	Розробка структурної схеми та архітектури СППР в заданих умовах	13.11.2019	18.11.19	Розділ 4.1
	Впровадження проекту та перевірка його ефективності	18.11.19	22.11.19	Розділ 4.2
	Пропозиції щодо успішного проектування та реалізації системи	22.11.19	29.11.19	Розділ 4.3

РОЗДІЛ 3.
АНАЛІЗ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ
ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ОПЕРАТОРА БПЛА
У РАЗІ ВИНИКНЕННЯ АВАРІЇ

3.1. Алгоритм створення СППР

Будь-який процес прийняття рішення складається з певних етапів. Перерахуємо їх та більш детально охарактеризуємо кожний з етапів [51, с. 128-132].

1. Етап постановки задачі.

Даний етап складається з певних стадій дослідження та моніторингу проблеми, а також аналізу цілей рішення. На цій стадії відбувається з'ясування та опис проблемних подій, збір необхідних даних; досліджується мета рішення, яке згодом буде прийнятим, що допомагає створити напрямок пошуку рішень та позбавитися тих, які не відповідають поставленій цілі.

2. Етап створення рішення.

Складається зі стадій характеристики обмежень та механізмів прийняття рішень, а також з процесу окреслення можливих альтернатив рішення. Тут проходить визначення обмежень, яке допомагає розмежувати прийнятні варіанти від непідходящих, та механізмів, що допомагають обрати кращі з підходящих альтернатив. Далі відбувається створення множини допустимих варіантів, що полягає у пошуку та проектуванні альтернативного варіанту потрібного рішення.

3. Етап вибору правильного рішення з-поміж альтернатив.

Формується зі стадій оцінювання варіантів і кінцевого вибору рішення. Це заключний етап, на якому йде процес оцінювання альтернатив з множини існуючих за заданими критеріями оцінки та відбувається згодом остаточний вибір прийнятого рішення.

При цьому сама процедура прийняття рішення містить такі етапи [50, с. 110-117]:

а) окреслення цілей, оптимальних показників, критеріїв для вибору рішення;

- б) моделювання множини можливих варіантів;
- в) вибір способів вирішення завдань;
- г) порівняльний аналіз і структурування множини варіантів за заданими критеріями оцінювання;
- д) накопичення кращих альтернатив за показником оптимальності та вибір єдиного рішення.

Варто зазначити, що часто під час прийняття рішень оператори роблять помилки. Наведемо приклад найбільш розповсюджених помилок [38, с. 200-210]:

- приймається єдине рішення, яке не є об'єктивним з точки зору ефективності;
- немає системного підходу під час прийняття рішень;
- перевага надається стандартному варіанту в процесі відбору альтернатив;
- вивчаються виключно позитивні альтернативи, при цьому не враховуються можливі ризики;
- приймається рішення, яке диктується емоціями факторами;
- приймається рішення імпульсивного характеру;
- рішення приймається занадто швидко;
- керуються припущеннями під час прийняття рішення, а також таємними бажаннями, а не об'єктивними даними;
- неправильно проаналізовано фактаж;
- прийняте рішення втратило актуальність та впроваджене невчасно.

4. Оцінка ефективності прийнятого рішення.

Необхідно зазначити, що будь-яке рішення, має смисл тільки за умов ефективності. Виокремлюють 2 показника, які здійснюють вплив на ефективність прийнятого рішення [36, с. 60-67]:

- показник якості прийнятого рішення Q;
- показник прийняття рішення оператором A.

Отже, фактор ефективності рішення E можна виразити формулою:

$$E = Q \cdot A .$$

В ситуації, коли один із вищеперахованих показників зменшується до критичного мінімуму - ефективність рішення знижується. Показник якості рішення Q зв'язаний із добором кращого варіанта з-поміж існуючих в заданих проблемних умовах. Ріст ефективності прийнятих рішень передусім орієнтовано на показники покращення якості, а саме на чіткий добір обмежених якостей та стратегій рішення, на об'єктивне створення множини допустимих варіантів та на певний вибір кращої альтернативи для заданих проблемних умов.

5. Конкретні умови прийняття рішення.

На рішення проблемних завдань впливає умови прийняття рішень та середовище, в якому проходить процес прийняття рішення.

Існують наступні умови прийняття рішень:

- Умови прийняття рішень при визначеності.

Рішення приймається в окреслених умовах, де чітко відомий результат можливого перебігу варіанту вибору.

- Умови прийняття рішень при ризику.

До рішень, які мають місце в ситуаціях ризику, відносяться ті, при яких результат можливих альтернатив не є чітко визначеним, проте відомі їх ймовірності. Сукупність можливих альтернатив всіх результатів загалом з-поміж конкретного варіанта має дорівнювати одиниці. Характерно, що в умовах визначеності наявний тільки один результат кожної альтернативи. Найбільш прийнятний метод визначення ймовірності – це фактор об'єктивності. Ймовірність є об'єктивною, якщо вона визначається математичними способами чи за допомогою статистичного дослідження отриманого досвіду. Ймовірність може визначатися об'єктивно за умови, коли надійде необхідна кількість даних для того, аби прогнозування стало статистично об'єктивним.

- Умови прийняття рішень при невизначеності.

Рішення приймається в умовах, які не є визначеними, в ситуації коли не можна спрогнозувати кінцевий результат. Такий розвиток подій має місцев ситуації, якщо показники, які потрібно враховувати, є занадто складними, та

відносно їх не уявляється можливим дістати об'єктивні дані. Через це фактор ймовірності конкретного наслідку не можна прогнозувати з високим рівнем об'єктивності. Показник невизначеності являє собою властиве багатьом рішення, що приймається у швидко мінливих умовах. Середовище, де проходить процес прийняття рішення, також має вплив на процеси прийняття та кінцеві результати рішень, які прийняті. Час продукує ситуаційні трансформаційні явища. Якщо вони виявляються значними, то подія може трансформуватися настільки, що обмеження та показники прийняття рішення виявляться недійсними. Через це рішення слід моделювати, приймати та впроваджувати в ситуаціях, коли дані та ймовірності, на яких базується прийняте рішення, ще актуальні.

Велика кількість рішень в сучасних занадто складних ситуаціях приймаються людиною особисто чи спільно в умовах, коли присутній фактор невизначеності. Невизначеність прогнозує наявність показників, за якими результати дій не є детермінованими, а міра можливих факторів впливовості на кінцевий результат залишається невідомою. Вивчення умов наявності невизначеностей відбувається на абстрактному академічному рівні чи з точки зору певної події, зокрема, з точки зору можливої архітектури математичної програми чи з точки зору вивчення даних, в яких невизначеність являє собою певну характеристику ситуації альтернатив. Фактор невизначеності можна пояснити з точки зору змінних характеристик, що описують різноманітні різновиди невизначеностей: невизначеність глобального характеру, невизначеність ситуативного спрямування, невизначеність політичної направленості, соціальну невизначеність. При вирішенні задач прийняття рішень в обставинах невизначені потрібно проаналізувати відповідні типи невизначеностей, які можуть зустрітися в ситуаціях, які є предметом розгляду.

Необхідно зазначити, що часто фактор невизначеності порівнюють тільки з відсутністю необхідної кількості даних про потрібний об'єкт. Насправді мала кількість даних стану об'єкту абсолютно не є єдиною невизначеністю [20, с. 2-14].

При вирішенні завдань системного аналізу, прийняття рішень та вивчення операцій вчені виокремлюють головні типи невизначеностей, а саме [9, с. 17-23]:

1. Тип невизначеності мети.
2. Тип невизначеності ситуації.
3. Тип невизначеності впливу неконтрольованих показників.
4. Тип природної невизначеності.
5. Тип стратегічної невизначеності.
7. Тип інформаційної невизначеності.

Водночас додатковими є такі різновиди невизначеностей, як:

- Вид структурної невизначеності.
- Вид параметричної невизначеності.
- Вид статистичної невизначеності.
- Вид методичної невизначеності
- Вид комбінаторної невизначеності.

При дослідженні та вирішенні багатоаспектних завдань людина-оператор часто залежить від показників мінливості, невпевненості, нелогічності, бажання зробити завдання простим. У таких ситуаціях можливості обчислювальних механізмів значно превалюють над можливостями людського фактору, що сприяло моделюванню напрямку проектування програмних продуктів та методологій, що здатні об'єднувати переваги людини та ПК, а також одночасно компенсують їх недоліки. Такими механізмами є людино-машинні програми.

Виділяють кілька типів СППР, які відтворюють засадничі аспекти процесу прийняття рішень, а саме [7, с. 152-159]:

- різновид аналізу рішень (Decision Analysis);
- різновид фактору вивчення обчислення рішень (Decision Calculus);
- різновид аналізу рішень (Decision Research),
- різновид реалізації програмного забезпечення (Implementation Process).

Кожний із вище окреслених різновидів СППР являє собою автономну перспективу розвитку систем, проте жоден з різновидів не зустрічається сам по собі, а має симбіоз з декількома.

Іншим важливим фактором алгоритму створення СППР виступають такі чинники, що мають враховуватися при проектуванні структур СППР та впровадженні моделі. Цими факторами є:

- наявність робочої пам'яті,
- наявність джерел інформації,
- можливість обробки числових даних,
- здатність виконувати операції.

Слід акцентувати, що ці фактори прийняття рішень сприяють обмеженню при прийнятті рішень людиною-оператором самотійно. Саме вони допомогли виникнути галузі проектування людино-машинних моделей.

На сьогоднішній день ідеальна система підтримки прийняття рішень володіє такими якостями [22, с. 27-34]:

- можливість використання слабоструйованих і нечітких даних;
- здатність оперувати слабоструйованими задачами;
- спроможність підтримувати послідовні задачі;
- може реалізовувати відповідний багаж знань;
- здатна підтримувати проектування і прогнозування;
- легко формується логіка структури СППР та, відповідно, система швидко будується;
- система є простою в процесі реалізації та трансформації;
- здатна підтримувати відразу 3 стадії процесу прийняття рішень: інтелектуальну стадію, стадію розробки та вибору;
- система призначається для операторів різного фахового ступеню;
- швидко адаптується до особистісного та групового впровадження;
- здатна підтримувати різноманітні стилі та способи рішень;
- система є гнучкою та прилаштовується до змін в середовищі;
- дозволяє оператору управляти процесом прийняття рішення завдяки ПК, а не навпаки;
- спроможна підтримувати еволюційну реалізацію,
- сприяє росту ефективності процесу прийняття рішень.

3.2. Підходи до проектування СППР

Науковці розглядають різноманітні підходи до проектування СППР. Не зважаючи на те, що в незалежній альтернативі жоден з них не використовується, можна виділити подібні елементи. Підходи дослідження рішень, обчислення та аналіз рішень втілюють метод орієнтації на процесі проектування та реалізації системи. Іноді цей спосіб називають еволюційним способом проектування. Цей підхід видається найефективнішим способом при проектуванні системи підтримки та прийняття рішень. Процес розробки СППР у рамках цього підходу складається з таких етапів [24, с. 140-145]:

1. Етап проведення моніторингу, що направлене на рішення.
2. Етап дослідження технічної можливості реалізації продукту або його техніко-економічна доцільність.
3. Етап вирішення принципової проблеми: придбати вже готове програмне забезпечення чи проектувати власний продукт СППР.

На думку Пауера, за умови, якщо прийняте рішення моделювати нову систему, то розробнику звернути увагу на наступні підходи:

- Підхід на базі моделювання життєвого циклу системи SDLS.

Підхід так званої завершеної системи. В рамках цього процесу часто використовується прототипування майбутньої системи, тобто створюється її макет.

- Підхід оперативного прототипування (Rapid Prototyping).

Цей метод також має назву способу швидкого успіху (способом натискання клавіш) чи оперативним створенням додатку (RAD). Даний підхід передбачає можливість широкого використання різноманітних засобів, наприклад, застосування генераторів системи.

- Підхід моделювання кінцевого результату.

Даний метод дозволяє людині власноруч спроектувати для себе особисту систему, з використанням технологічних засобів на кшталт інструментарію та генераторів СППР.

На сучасному етапі розвитку СППР відомий такий алгоритм проектування системи [39, 21-31]:

- Програма, в якій проблема «мігрує».

Це означає, що розробка продукту, як і міра розуміння проблемних аспектів трансформуються з часом. Такі трансформації зумовлені динамічними процесами реалізації систем;

- Програма еволюції системи.

В заданих умовах прогнозується розповсюдження функцій СППР;

- Програма з «м'яким» та «твердим» функціоналом.

Спільні та загальні «м'які» можливості згодом трансформуються в «тверді» та реалізуються;

- Програма «слабкого» та «сильного» створення: при «слабкому» варіанті мають значення виключно пріоритети людини-оператора, без врахувань за можливостей машини.

Водночас головною концепцією процесу розробки, що формує стратегію проектування СППР, вважають «навчання»: система не вирішує проблеми до кінця, а тільки підсилює можливість застосувати власні знання оператором у ході її розв'язання. Таким чином, ціллю побудови системи спочатку є здатність підтримувати, а згодом відбувається розвиток цієї функції відносно прийняття рішень.

Варто відмітити, що принципова схема розробки СППР на базі СППР-адаптованого процесу проектування життєвого циклу програми (SDLC) включає в себе 7 сім етапів, що, в свою чергу, діляться на окремі послідовні чи паралельні дії [42, с. 21-57]:

1. стадія аналізу опису системи;
2. стадія попередньої розробки;
3. стадія детального моделювання;

4. стадія проектування ПЗ та завдань для користувачів;
5. стадія проведення тестування;
6. стадія трансформації даних та реалізація програми;
7. стадія експлуатації та процес супроводження СППР.

Кожний з цих етапів проектування системи має закінчуватися розробкою письмового звіту.

Висновок про те, який саме спосіб або комбінацію способів слід впроваджувати для СППР відносно обраної задачі, є результатом цілого ряду відповідей на поставлені питання. Зasadничим аспектом даного явища є можливість зіставити аналітичні завдання з ймовірними підходящими способами для їх вирішення, що наявні в арсеналі розроблювачів програми. Незважаючи на те, що сьогодні існує велика кількість різних видів СППР, всі вони характеризуються однотипною структурою, яка включає три основні базові підсистеми:

- підсистема інтерфейсу користувача,
- підсистему роботи з інформацією,
- підсистему роботи з програмним забезпеченням.

Виділяють такі стратегії прийняття рішення людиною-оператором [47, с. 175-180]:

1. стратегія оптимізації;
2. стратегія першої прийнятної;
3. стратегія процесного виключення;
4. стратегія інкрементна;
5. стратегія змішаного перегляду;
6. стратегія аналітико-ієрархічна.

Стратегія оптимізації включає в себе математичні моделі та аспекти оптимізації в наочній формі. Людина, яка приймає рішення, вибирає той варіант, що є найефективнішим з точки зору застосування певного критерію. Оптимізаційний підхід дає можливість підвищити якість рішення за рахунок таких факторів [48, с. 367-420]:

- він дозволяє знаходити варіанти розв'язку задачі при різних показниках реального обмеження при трансформаціях та різноманітних заданих значеннях;

- допомагає спростити процес вибору ефективнішого рішення за допомогою використання аналітичних показників; при цьому дозволяється синхронне використати відразу кількох показників;

- наявність в арсеналі великої кількості альтернатив способів вирішення завдань динамічної ефективності дозволяє обирати кращий варіант.

Мінусами підходу оптимізації є наступні:

- показник бути якісного, а не числового складу (вимір якості життя, наприклад), що значно утруднює впровадження аналітичних механізмів;

- виникають труднощі з оцінюванням вартості втілення оптимальних рішень, тому що не можна оптимізувати цілий процес);

- кількість потрібних даних для побудови програми може виявитись занадто об'ємною;

- виникає принципова неможливість віднайти вирішення деяких багатоаспектних завдань оптимізаційного характеру;

- існує складність в процесі обрахунку спроектованої програми, що може привести розв'язання до вибору неоптимального рішення.

Стратегія вибору першої прийнятної альтернативи. В даній ситуації приймають перший варіант, що показує гарні результати на початку на відміну від існуючої ситуації чи прогнозованого поліпшення завдяки певним нескладним показниками. Далі обрані варіанти порівнюють або відхиляють згідно із визначеною концепцією.

Стратегія виключення за допомогою критерія. Відповідно до неї число альтернатив рішення, що приймається, скорочують шляхом виключення згідно заданого критерію, а згодом відбувається виключення за наступним критерієм.

Стратегія сканувального набору. Сканування відноситься до процесу збирання, обробки та оцінки потрібних даних, що має безпосереднє відношення до поставленого завдання. Спочатку слід зібрати якомога більше можливих варіантів та під час їх дослідження виключити ті, які абсолютно не є придатними.

Ті з-поміж альтернатив, які залишились, важливо ґрунтовно вивчити та заново виключити наступний перелік з-поміж існуючих найбільш неприйнятних варіантів за методом логічно-структурованого аналізу. Процес триватиме доти, поки не залишиться один варіант серед множини.

Стратегія аналітико-ієрархічного критерію. Даний метод заключається в декомпозиційній характеристиці загальних цілей рішення, які мають бути прийнятими, та в побудові структурованих показників та варіантів. Згодом людина-оператор має провести порівняльний аналіз показників задля того, щоб віднайти відповідь на запитання який з показників ефективніше відповідає поставленій цілі. Кожному міркуванню такого характеру присвоюється вагове значення в співвідношенні 1/9. В результаті оцінювання буде побудовано матрицю отриманих даних порівняння показників. Для кожної такої матриці попарних порівнянь програмними способами моделюють шкалу відносних коефіцієнтів, які виражаються за допомогою пріоритетних одиниць. Дана стратегія дозволяє включити до показників, які вивчаються, якісні показники.

Мінусом методу є те, що він не дозволяє спроектувати матрицю попарних порівнянь, а також складається з величезної кількості нашарувань різноманітних рівнянь, показників та варіантів [36, с. 60-67].

Алгоритм проектування варто починати з обрання завдання, для вирішення якого слід змодельовати СППР чи це завдання надходить від автора рішення та йому наперед відомий результат. На початку необхідно виконати декомпозицію завдання за допомогою простих процедур та описати хід виконавчих дій людиною, яка ухвалює рішення. Головна ціль етапу складається з таких чинників:

- визначення перешкод або «вузьких місць», які потрібно подолати під час прийняття рішення методом використання СППР, що створюється;
- обрати потрібну кількість комп'ютерних значень, які слід застосувати в процесі подолання вузьких місць. Вони, в свою чергу, мають залежність від оперативного прийняття оптимального рішення.

Для того щоб грамотно вирішити задачу з моделювання системи, необхідно максимально конкретизувати алгоритм прийняття рішень. Така будова має вигляд

чітко структурованого протоколу, де записується, яку інформацію слід збирати. Далі доцільно охарактеризувати всі можливі варіанти рішення, що приймається, під час створення системи. Підсумком цієї процедури має бути впорядкована таблиця з результатом декомпозиційного вирішення проблемного питання при створенні СППР. Наступні алгоритми у кількості 3 процедурних складових являють собою стадію вивчення та функціонального моделювання програми. Спочатку слід дослідити поставлену задачу та охарактеризувати підходи оператора відносно її вирішення. Під час цієї процедури мають бути з'ясовані критерії, що моделюють обмеження до вирішення задач у випадку, коли це відбувається без ПК. Стандартним інструментарієм для вирішення цього завдання є написання структурованого алгоритму даних, які знадобляться для процесу підтримки прийнятих рішень. Даний інформаційний список порівнюють з табличними даними вимог, які проектуються на першій стадії. Табулювання подій, що мають залежність від ухвалення рішення, допомагає деталізувати сполучення з ними перешкоди.

Отже, підсумком виконання цього циклу створення СППР - це список складностей, які виникають в процесі ухвалення рішення відносно певної ситуації, що потребує розв'язання.

Наступним кроком процедури створення є алгоритм ідентифікування обмежень під час ухвалення рішення, яких легко позбавитись за допомогою впровадження механізму обчислення. На цій стадії створюють перелік функцій відносно ухвалення рішення, яке можна перемістити на машину. Цей список подібний до переліку обмежень, що створюється на попередній стадії. Тобто в цьому списку слід чітко вказати, які саме обмеження можна ліквідувати в процесі ухвалення рішення та які конкретно методи необхідно при цьому використати.

На кінцевій стадії функціонального моделювання з'ясовується відповідність бажаного функціоналу програми відносно способів підтримки ухвалення рішення. Тобто перевіряється технічна можливість виконувати заплановані функції та їх сумісність з процедурою ухвалення рішень оператором СППР. Ця задача є досить складною, оскільки потребує визначення сумісності між спеціальними функціями

системи із загальними принципами побудови СППР. Необхідна сумісність забезпечується функціонально організованою класифікацією методів створення СППР, а також множиною правил узгодження індивідуальних методів СППР конкретними задачами на основі характеристик задач і оператором.

Після сполучення функцій і процедур реалізується етап програмування окремих модулів системи. На цьому етапі також розробляється і програмується інтерфейс між користувачем і машиною.

3.3. Огляд та оцінка існуючих моделей для СППР

Моделі систем підтримки та прийняття рішень є основою моделювання та процесів автоматизації щодо їхнього проектування. Проаналізуємо декілька з них детальніше [37, с. 34-53].

1. Моделі інформаційного складу.

Дані моделі СППР відносяться до класу ІС, головною ціллю яких є суттєве покращення управлінської сфери, в якій вони використовуються, за допомогою штучного інтелекту. В межах цієї стратегії діють кілька програм СППР [34, с. 254-257]:

- програма концептуальної стратегії Спрага;
- програма еволюційної стратегії системи підтримки та прийняття рішення.

- Програма концептуальної стратегії Спрага.

Головними її елементами є такі: інтерфейс користувача, відповідна БД та база програм. Інтерфейс користувача виконує функцію сполучення всіх БД. Він містить в собі інструментарій для можливості управляти базами даних, він здатний управляти комунікацією та забезпечує реалізацію наступних функцій функцій:

- функції управління різними способами комунікації;
- функції трансформації стилю діалогу у разі необхідності;
- функції презентації даних в різноманітних змістових формах;

- функції технічної допомоги користувачу.

Слід відмітити, що БД систем сполучають в собі кількісно-якісні дані, які надходять від різноманітних джерел. При цьому механізми проектування та їх процес ведення характеризується наявністю наступного функціоналу:

- можливість об'єднати різноманітні джерела даних за допомогою використання процесу «добування»;
- здатність оперативно додавати та виключати дані;
- спроможність подавати логічну інформаційну композицію згідно побажань людини;
- можливість управління неофіційною інформацією за бажанням оператора.

Водночас набір моделей сприяє забезпеченню гнучкості проектування, наприклад, за допомогою блокових механізмів та підмоделей. Управління програмами сприяє:

- каталогізації і обслуговуванню різноманітного арсеналу програм, що спроможні підтримувати всі рівні ієрархічної будови управлінського процесу;
 - легкому та оперативному процесу генерування нових моделей;
 - сполученню програм з конкретними релевантними БД.
- Програма еволюційної стратегії СППР являє собою подальшу трансформацію версії Спрага.

Окрім інтерфейсу користувача та всіх можливих БД в ній, ця програма містить в собі відповідний арсенал стандартів, що сприяє розповсюдженню її функціоналу.

Інформаційна база моделі допомагає в процесі використати тексти стандартного шифрування а також надає можливість використовувати більш структуровані тексти у вигляді певних правил подання інформації.

2. Моделі знань.

Одним із популярних напрямків розвитку СППР вважається напрямок поб'єднання механізмів підтримки ухвалення рішення з механізмами штучного

інтелекту. Програма системи підтримки та прийняття рішень, що ґрунтується на знаннях, побудована за допомогою 3 взаємодіючих елементів [25, с. 200-225]:

- елемента системи мови,
- елемента системи знання,
- елемента проблемного процесора.

Елемент системи мови допомагає процесу спілкування між користувачем та елементами ПК. Система знань має в своєму розпорядженні дані відносно проблемної сфери. Система обробки проблем являє собою інструмент, що поєднує елементи мовної системи та елементи системи знань. Система обробки заданої проблеми полегшує процес збору даних, допомагає сформулювати модель та проаналізувати її. У більш проблемних ситуаціях процесор обробки проблемних факторів генерує програми, які є важливими для вирішення окресленої задачі.

3. Моделі управління ієрархічною складовою.

В середовищі керування виділяють різні рівні ієрархії. Програма системи, що спрямована на ієрархію управлінського процесу, надає підтримку людині на всіх рівнях керування, а також координує ці рівні.

4. Моделі, що спрямовані на індивідуальність автора рішення.

Моделі системи, що спрямовані на індивідуальність автора рішення здатні впроваджувати цілі універсальної допомоги різноманітних етапів ухвалення рішення.

Існує велика кількість різних видів моделей. Відносно виконуваних цілей та критеріїв виокремлюють моделі, що здатні описати процес чи ті, що здатні підтримати ухвалення рішень.

Досліджуючи процеси керування крізь площину інформаційно-розв'язувальних задач, слід розглянути кілька моделей: моделі нормативного характеру і моделі дескриптивного характеру.

- Моделі перспективного чи нормативного характеру підтримки ухвалення рішення.

Ці програми орієнтовані на пошук рішення та створені для того, щоб знайти відповідний стан об'єкта пошуку. Напрямок пошуку за допомогою моделей нормативного змісту має назву форматизованої теорії прийняття рішень чи теорії вибору. Сутність напрямку - в пошуку вибору найбільш оптимального рішення, найефективнішого з-поміж існуючих в заданих умовах.

- Моделі дескриптивного (описового) характеру.

Дані описові моделі використовуються для характеристики та інтерпретації явищ, за якими спостерігають, чи для прогнозів можливої реакції об'єктів на відміну від програми перспективного змісту, що має на меті визначити оптимальний стан об'єкта. Розробка описової моделі ухвалення рішення безпосередньо пов'язується з процедурним режимом ухвалення рішення та впливає на такі ситуації, як [32, с. 33-48]:

- а) характеристика типу проблемної ситуації;
- б) визначення складності та часових меж проблемної ситуації;
- в) аналіз рівня невизначеності відповідно до альтернативи рішень;
- г) вивчення впливу часового явища на ситуацію;
- д) опис середовища відносно вибору рішення, формування компетенцій, мотиваційні чинники, метод функціонування ІС, формула керування;
- є) дослідження автора рішення – його кваліфікаційний рівень, набір знань, фаховий досвід, спроможність розуміти та аналізувати проблемне питання, індивідуальні риси чи посада людини.

Дії особи, яка ухвалює рішення проектування дескриптивної програми можна визначити в межах наступного алгоритму [22, с. 27-34]:

- обрання ідеальної цілі,
- характеристика нормативних вимог процесу наближення,
- підрахунок наявних варіантів альтернатив,
- процес ухвалення рішення.

Виокремлюють 5 головних категорій СППР [17, с. 357-360]:

1. Керовані даними СППР, які в основному засновані на даних і їх перетворенні в інформацію.

2. Модель на основі СППР, яка робить основний нахил на використання імітаційних та оптимізаційних моделей.

3. СППР, що засновані на знаннях, які характеризуються використанням технологій знань для задоволення конкретних потреб процесу прийняття рішень.

4. СППР на основі документів, який допомагає користувачам отримувати і обробляти неструктуровані документи і веб-сторінки.

5. Групові (корпоративні) СППР, які включають в себе всі системи, що використовують комунікаційні технології для підтримки спільної роботи груп користувачів.

Дослідники віділяють такі моделі БД:

- Моделі ієрархічної спрямованості чи деревоподібні. Такі моделі БД сприяють ефективній подачі інформації до систем ухвалення рішень. Вони засновані на принципі структурованої підзвітності та представляють собою деревоподібний механізм, що компонується з набору вузлів, що, в свою чергу, знаходяться на різних фазах структури, та дужок або гілок. Кожен сегмент являє собою набір логічних інструментів, що характеризує конкретний об'єкт відповідної сфери, а неорієнтовані гілки транслують інформаційні сполуки між різними об'єктами. Деревоподібна модель структурована відповідно до сукупності вимог, згідно з якими мають розташовуватися вузли та дужки моделей. Такими вимогами є наступні [18, с. 357-360]:

1. На найвищому ступені розташовується один сегмент. Він має назву корневого. Процес пошуку інформації в ієрархічній БД відбувається за принципом «зверху вниз», тобто має зворотню направленість процесу пошуку.

2. В деревоподібних версіях БД підтримуються тільки співвідношення між компонентами даних по принципу співвідношення один до одного, чи один до багатьох.

3. Взаємозв'язки в цих моделях проектуються по типу «вихідний-породжений». Через це доступ до кожного окремого сегмента є неповторюваним. Кожен породжений сегмент має тільки один вихідний.

4. Кожен сегмент може мати декілька варіантів певних значень показників. Кожен варіант породженого сегмента сполучається з варіантом вихідним. При цьому кожен варіант кореневого вузла разом з іншими зв'язаними атрибутами породжених вузлів моделює тільки один.

Вирішити проблемні аспекти, що залежать від реалізації АСУ в проектах CNS/ATM, допомагає стратегія активного оператора. Завдяки їй оператор в АСУ бере безпосередню участь у процесі управління.

Варто відзначити, що наразі немає практичних пропозицій відносно розв'язання задач з процесу організації, моніторингу та передбачення діяльності людини в АСУ, відсутні чіткі акцепти інформаційних програм. Одним із можливих варіантів подолання труднощів є формалізований спосіб діяльності людини АСУ. Це стосується і функціонування аеронавігаційної системи (АНС).

Для комплексного визначення механізмів, які мають вплив на оператора аеронавігаційної системи в різних ситуації експлуатації літального апарату, фахівцями було змодельовано ієрархічну СППР. З точки зору системного аналізу окреслено чинники, які впливають на процес ухвалення рішень людиною під час керування літальним апаратом [20, с. 2-14]:

1. чинник професійний:

- набір отриманих знань;
- багаж навичок;
- комплекс сформованих умінь;

2. чинник непрофесійний:

- особистісно-психологічні фактори;
- психофізіологічний стан;
- соціально-психологічна спрямованість.

Аналіз рівня значимості впливу соціально-психологічного змісту на процеси ухвалення рішень оператором під час аварії в польоті було виконано науковцями способом експертного оцінювання. Опитувані з числа пілотів та диспетчерів різного віку та різного професійного досвіду надали відповіді у формі анкет, де окреслили особистісні переваги відносно впливу показників

непрофесійної направленості на процес ухвалення рішень в межах фахової компетентності. Порівнюючи вагові показники, вчені визначили пріоритетні фактори впливу на авіаційних спеціалістів.

Отже, за підсумком анкетування, такими факторами є [29, с. 1-4]:

- бажання індивідуального характеру;
- відповідний імідж компанії;
- наявність інтересів родини.

Аналіз впливу показників соціально-психологічного спрямування на фахову діяльність операторів аеронавігаційної системи дозволило визначити структурні компоненти індивідуальності авіаційного спеціаліста, наприклад, його мотиваційну поведінку, цінності та пріоритети, а також структурність розвитку професійних навичок в площині заданих стратегій процесу ухвалення рішення:

- процес сприйняття даних,
- процес визначення ситуації,
- процес ухвалення рішення,
- процес здійснення дії.

З іншого боку, для передбачення розвитку польотних подій потрібно мати на озброєнні дані відносно поточної емоційної складової людини-оператора, що управляє літальним апаратом, а також слід кількісно оцінити його можливості задля того, щоб подолати проблеми під час польоту. Найбільш популярними методами оцінки емоційного стану авіаційного спеціаліста є показники пілотування та переговорний процес в кабіні екіпажу. Найдоступнішими показниками дослідники вважають пілотування, що реєструється за допомогою використання сучасних інструментів. У підсумку проектування набору для оцінки ризиків ухвалення рішення людини-оператора з урахуванням особистісних властивостей диспетчера в АСУ із використанням способів ШІ з'ясовані засадничі моделі емоційного стану диспетчера. Для швидкого обчислення похибки емоційних показників оператора та необ'єктивності ухваленного ним рішення в умовах невизначеності науковцями впроваджувалася стратегія психічної діяльності особи. Її концептуальну базу становить певна якість

людської свідомості затримувати чи пришвидшувати розвиток суб'єктивного часу щодо реального його протікання. Оптимальна, емоційна і розсудлива стадії діяльності окреслювалися за допомогою графіків деформацій емоційних станів, що має в арсеналі Міжнародний авіаційний комітет на базі проведених оцінок апостеріорного стану та фактичних даних розслідування аварій в польоті. Дії авіаційного спеціаліста в оптимальній, емоційній і розсудливій стадіях діяльності визначалися епізодичними траєкторіями для відхилення елеронів та керма заданого напрямку. Режим спонтанного польоту визначається правильністю та оперативністю дій диспетчера в умовах невизначеності. Під час росту емоціональної напруги авіаційний фахівець схильний до застосування потенційно небезпечних видів психічної діяльності, серед яких такі [21, с. 117-144]:

- емоційна поведінка з випередженням дій щодо реального часу;
- поведінка розсудлива із уповільненням дій стосовно реального часу.

Для чіткого визначення емоційної складової пілота використовувалися способи дисперсійного дослідження:

- дисперсійне вивчення відносно точки;
- дисперсійне дослідження за умов, коли кожна точка рахується випадковою версією із початком на початку створеної матриці координат та із логічним завершенням у конкретній точці;
- дисперсійне вивчення стосовно меж, що являє собою ділянка, точки в ній – це своєрідний аналог емоційному стану авіаційного фахівця.

Таким чином, процес оцінки СППР має тривати постійно. Спочатку слід визначити мету механізму оцінювання. Потім потрібно проаналізувати можливі способи оцінки. Інструментами оцінювання СППР є способи багатоатрибутної корисності. Окрім цілі та способів, слід з'ясувати критерії. Є багато внутрішніх факторів, за якими вираховують, наскільки ефективно система підтримує ідеальний варіант алгоритму прийняття рішення. За зовнішніми факторами можна визначити чи продуктивно система допомагає виявляти об'єктивні відповіді.

Висновки до третього розділу

Підсумовуючи третій розділ, можемо констатувати наступне:

1. Визначили алгоритм створення СППР, окресливши його етапність. Також охарактеризували більш детально кожен з етапів проектування СППР в межах поставленої мети. З'ясували, що процедура прийняття рішення містить такі складові:

- а) окреслення цілей, оптимальних показників, критеріїв для вибору рішення;
- б) моделювання множини можливих варіантів;
- в) вибір способів вирішення завдань;
- г) порівняльний аналіз і структурування множини варіантів за заданими критеріями оцінювання;
- д) накопичення кращих альтернатив за показником оптимальності та вибір єдиного рішення.

2. Проаналізували різні умови процесу прийняття рішень, а саме: умови прийняття рішення в прогнозованих умовах та в умовах невизначеності (ризик).

3. В межах розгляду підходів до процесу проектування СППР, дослідили процедуру створення системи, визначили зміст підходів на базі моделювання життєвого циклу системи SDLS, оперативного прототипування, моделювання кінцевого результату.

4. Охарактеризували існуючі моделі СППР, визначивши їх переваги та недоліки.

РОЗДІЛ 4.

ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ОПЕРАТОРА БПЛА ПІД ЧАС ВИНИКНЕННЯ ПРОБЛЕМ З ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯМ

4.1. Розробка структурної схеми та архітектури СППР в заданих умовах

Структура системи оперативного обслуговування енергосистеми (СОЕ), побудованої на принципах мережецентризма з розподіленою диспетчеризацією та кластеризацією, складається, окрім широкої підсистеми цифрових вимірювальних модулів, групу безпілотних літальних апаратів (БПЛА).

Величезна кількість задач БПЛА вимагають для одержання емпіричних підсумків реалізації суперобчислень із великим числом вихідної інформації, що має надходити на суперкомп'ютер у режимі реального часу. Якщо використовувати традиційні БПЛА з оператором і прийомом/передачею даних по радіоканалу, то реальні автоматизовані системи «захлинуються» від потоків даних, які треба ще зберігати та передавати комп'ютеру для обробки. Про зворотній потік управління БПЛА звичайно навіть мова й не йде, тому що результати не вдається одержати в реальному часі [49, с. 267-290].

Застосування мультиагентного підходу полягає в створенні групи БПЛА. Така група складається із БПЛА-агентів, які здатні «спілкуватися» між собою й обмінюватися даними з основною станцією або з їх розгалуженою мережею.

Процес передачі даних відбувається як між агентами безпілотних літальних апаратів, так і між БПЛА-агентами та оператором. До об'єктів даної категорії належать виконавчі та об'єкти інтелектуального складу, які мають відповідні БД та знання, які потрібні для досягнення цілі функціонування енергетичної системи.

Алгоритм пошуку потрібної інформації для впровадження обраного механізму експлуатації БПЛА-агентів є важливим етапом функціонування колективу роботів. Такі моделі застосовуються для [51, с. 128-132]:

- можливості обрати оптимальну ієрархічну будову каналів зв'язку, що забезпечують мінімальну витрату енергії при отриманні максимально важливих даних;

- здатність зусереджувати зусилля всіх механізмів задля досягнення цілі, що програмується людиною;

- спроможність орієнтуватися на колективні дії машини в процесі отримання важливих даних з мінімальним ризиком.

Зазвичай стандартний комплекс безпілотного літального апарату складається з однієї одиниці БПЛА та базової станції під управлінням людини. Існують випадки використання декількох комплексів. В таких ситуаціях кожний окремий БПЛА закріплюється за до конкретною станцією. Обмін повідомленнями між ними відбувається лише в межах землі, але й між станціями. Таку роботу комплексу уявляють в якості дворівневої системи керування. Верхній рівень керування відбувається за участю базової станції. Тут визначається глобальне завдання для БПЛА, задається режим висоти польоту, його швидкість, а також маршрут та точки збору даних. Нижній рівень керування здійснюється диспетчером БПЛА, що діє чітко до системи рішень базової станції та управляє виконавчими механізмами (рис. 3.1.1).



Рисунок 4.1.1. БПЛА, який діє по записаній програмі з базовою станцією та управляє виконавчими механізмами

Використання групи "інтелектуальних" БПЛА для виконання спільної задачі характеризується відсутністю автономної "твердої" постановки задачі, дозволяючи групі оперативно ухвалювати рішення щодо зміни сценарію виконання поставленого завдання. Наприклад, при: появі нового джерела цінної інформації, виходу з ладу частини наявних ресурсів, зміни критеріїв прийняття рішень. Саме для вирішення подібних проблем застосовуються мультиагентні технології, в основі яких лежить поняття - інтелектуального агента [52, с. 11-16].

Для можливості реалізації застосування мультиагентного підходу додається проміжний середній рівень, який реалізується за рахунок додаткового мікрокомп'ютера встановленого в БПЛА.

Таким чином, виходить нова трьохрівнева система управління БПЛА-агента. Для створення трьохрівневої системи управління необхідно переглянути апаратне оснащення одиночного БПЛА.

На верхньому рівні залишається комп'ютер під управлінням людини – базова станція.

Її завдання [54, с. 33-37]:

1. визначення глобальної місії для групи БПЛА-агентів (наприклад, параметри території дослідження, завдання способів дослідження, висота польоту);
2. розбивка глобального завдання на частини для кожного БПЛА-агента;
3. обмін інформацією із БПЛА-агентами;
4. збір і обробка інформації від групи; формування нової глобальної місії групи залежно від нової інформації, яка поступає на базову станцію.

На середньому рівні управління БПЛА-агента перебуває бортовий мікрокомп'ютер. Бортовий мікрокомп'ютер – головне обладнання системи управління БПЛА.

Його основна мета: виконати поставлене йому завдання. Для цього він виконує п'ять основних функцій, а саме [55, с. 70-74]:

- генерація оновлень до програми польоту для автопілоту;
- обробка даних навігаційного обладнання й телеметрії;

- робота з додатковим обладнанням;
- спілкування з мікрокомп'ютерами інших БПЛА;
- відправлення даних на базову станцію й одержання від неї нових завдань.

На нижньому рівні управління залишається автопілот БПЛА-агента. Але нова програма тепер створюється мікрокомп'ютером.

Отже, запропонований вище алгоритм дії групи підходить до будь-яких задач візуального моніторингу стану елементів енергосистеми БПЛА.

4.2. Впровадження проекту та перевірка його ефективності

Процес практичної реалізації розробленого рішення СППР для оператора БПЛА під час виникнення проблем з електропостачанням складається з таких етапів:

1. Прийняття рішення в надзвичайних ситуаціях при невизначеності.
2. Розробка рішення в умовах ризику.
3. Рішення в умовах невизначеності.

Проаналізуємо детальніше кожний з етапів.

1. Прийняття рішення в надзвичайних ситуаціях при невизначеності.

Алгоритм прийняття рішень про оператора в надзвичайних ситуаціях можна відобразити в такій послідовності:

1. Вибрати надзвичайну ситуацію з списку ASSSIST.
2. Описати технологію оператора людини в аварійних ситуаціях.
3. Окреслити розклад технології на операційні процедури: $ai, i = 1, n$.
4. Побудувати блок-схему алгоритму.
5. Визначити час $ti, i = 1, \bar{n}$ за допомогою методу оцінок експертів.
6. З'ясувати думку групи експертів (середня вибірка, середнє арифметичне) $tjrj = middle$.
7. Створити мережевий графік виконання дій людини-оператора (АТСО).

8. Визначити критичний час складної роботи – Т_{ср}.
9. Визначити критичний шлях виконання складної роботи (проекту).

Отже, побудуємо блок-схему алгоритму відповідно до технології виконання роботи оператора БПЛА згідно з «ASSSIST»: Проблеми з електропостачанням (табл. 4.2.1).

Таблиця 4.2.1. Блок-схема алгоритму відповідно до технології виконання роботи оператора БПЛА згідно з «ASSSIST»: Проблеми з електропостачанням.

№	Опис проблеми
1.	Отримання інформації про проблеми з електропостачанням
2.	Підтвердити проблему
3.	Зафіксувати місцеположення на якому отримано повідомлення
4.	Аналіз місцевості в радіусі, де отримали повідомлення про проблему
5.	Зробити запис часу отримання повідомлення про проблему
6.	Визначити причину проблеми
7.	Виконати маневр невідкладної посадки
8.	Записати час і координати місця посадки
9.	Направитись на пошуки БПЛА в місці посадки

У результаті ми отримуємо відповідну структурно-часову таблицю (табл. 4.2.2.).

Таблиця 4.2.2. Структурно-часова таблиця отриманих результатів.

№	Операція	Опис проблеми	Показник	Час операції. t, сек.
1.	a ₁	Отримання інформації про проблеми з електропостачанням	-	5
2.	a ₂	Підтвердити проблему	a ₁	5
3.	a ₃	Зафіксувати місцезнаходження на якому отримано повідомлення	a ₁ , a ₂	15
4.	a ₄	Аналіз місцевості в радіусі, де отримали повідомлення про проблему	a ₁ , a ₃	30
5.	a ₅	Зробити запис часу отримання повідомлення про проблему	a ₃	10
6.	a ₆	Визначити причину проблеми	a ₄	30
7.	a ₇	Виконати маневр невідкладної посадки	a ₆	5
8.	a ₈	Записати час і координати місця посадки	a ₇	10
9.	a ₉	Направитись на пошуки БПЛА в місці посадки	a ₈	60

Зобразимо процес експертної оцінки завдання у вигляді таблиць із фіксацією відповідного порядкового номера експерта (табл. 4.2.3, 4.2.4, 4.2.5, 4.2.6).

Таблиця 4.2.3. Оцінювання експерта №1.

Експерт №1	
Номер дії	Час операції. t, сек.
1	5
2	5
3	15
4	30
5	10
6	30
7	5
8	10
9	60

Таблиця 4.2.4. Оцінювання експерта №2.

Експерт №2	
Номер дії	Час операції. t, сек.
1	5
2	3
3	17
4	25
5	11
6	37
7	8
8	10
9	80

Таблиця 4.2.4. Оцінювання експерта №3.

Експерт №3	
Номер дії	Час операції. t, сек.
1	5
2	7
3	11
4	31
5	18
6	20
7	5
8	10
9	75

Таблиця 4.2.5. Оцінювання експерта №4.

Експерт 4	
Номер дії	Час операції. t, сек.
1	5
2	3
3	10
4	28
5	15
6	27
7	3
8	18
9	90

У результаті ми отримуємо розрахункові дані, які відображені в табл. 4.2.6:

Таблиця 4.2.6. Результат отриманих розрахунків.

	Експерт 1	Експерт 2	Експерт 3	Експерт 4				
№ операції	1	2	3	4	Rgr	D	Dev	Var,%
1	5	5	5	5	5	0	0	0
2	5	11	7	8	4.5	2.75	1.65	31.85
3	15	17	11	10	13.25	8.1875	2.86	21.6
4	30	25	31	28	28.5	5.25	2.29	8.04
5	10	11	18	15	13.5	10.25	3.2	23.72
6	30	37	20	27	28.5	37.25	6.1	21.42
7	5	16	5	6	5.25	3.1875	1.78	30.01
8	10	10	10	18	12	12	3.4	28.87
9	60	80	75	90	76.25	117.1875	10.82	14.20

В таблиці 4.2.6. обрахованно значення:

- Середнє значення.

$$D_j = \frac{\sum_{i=1}^m (t_{exp} - t_i)^2}{m-1}$$

- Дисперсія;

- Середньоквадратичне відхилення: $\sigma_j = \sqrt{D_j}$

- Коефіцієнт варіації: $v_j = \frac{\sigma_j}{t_{exp}} \cdot 100\%$

Наступним кроком є створення графіку мережі (рис. 4.2.1) :

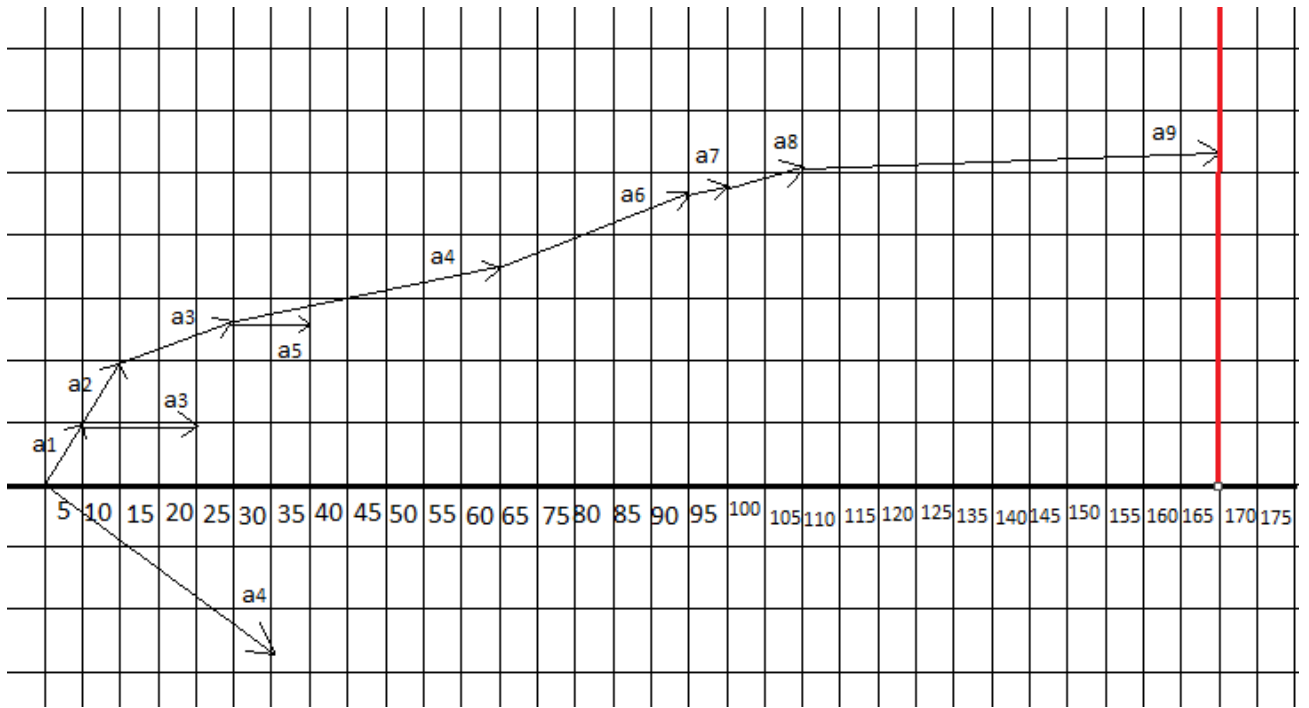
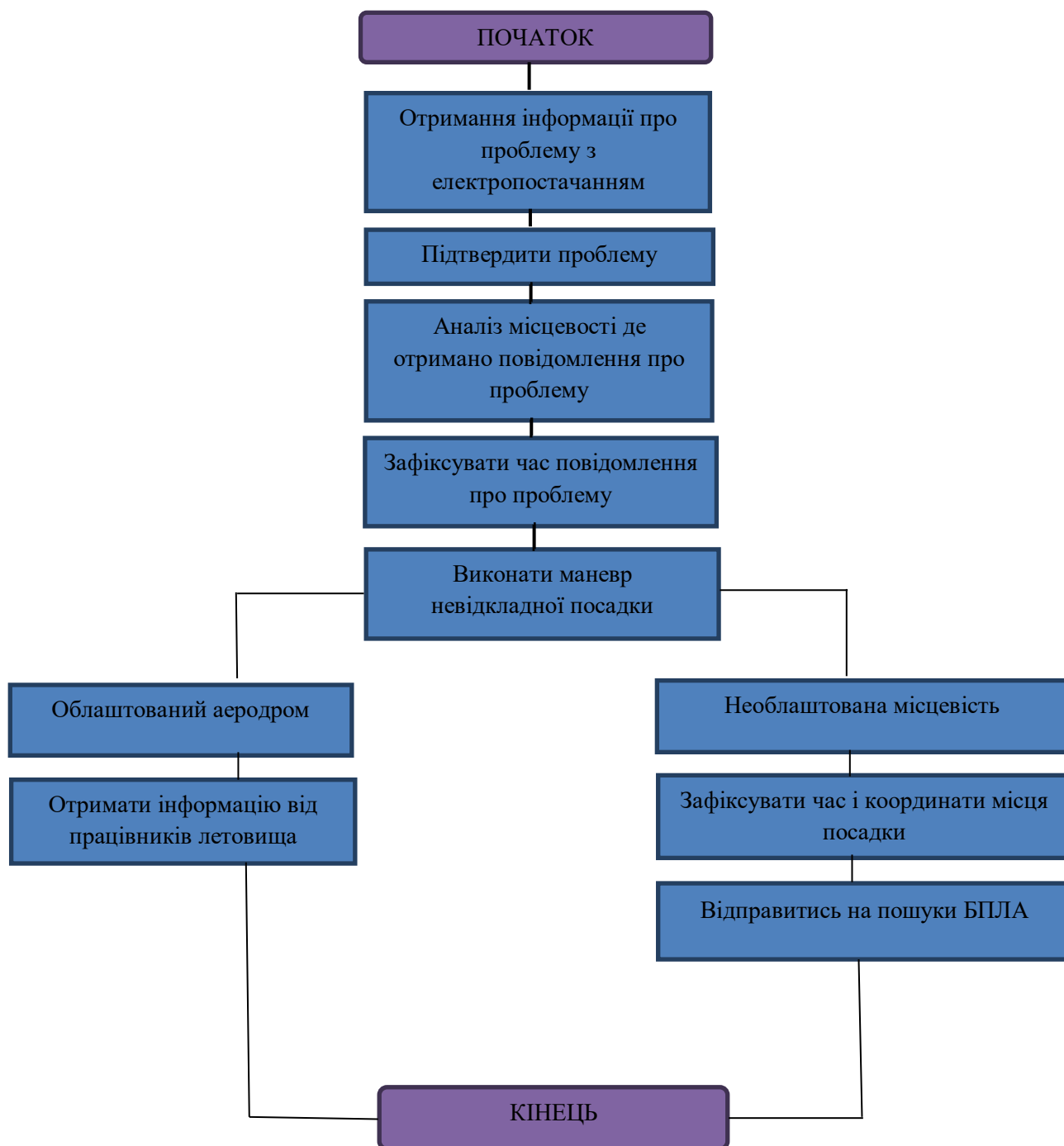


Рисунок 4.2.1. Графік мережі.

В результаті ми отримали критичний час $T_{cr} = 165 \text{сек}(a_1, a_2, a_2, a_4, a_6, a_7, a_8, a_9,)$

Побудуємо алгоритм дії під час проблем з електропостачанням та зобразимо його схематично у вигляді фігури (табл. 4.2.7).

Таблиця 4.2.7. Фігура алгоритму дії під час проблем з електропостачанням.



2. Розробка рішення в умовах ризику.

Змоделюємо алгоритм рішення в умовах ризику. Отже прийняття рішення під час виникнення ризику буде мати наступну етапність:

- 1) Структурний аналіз ситуації - етапи визначення рішень
- 2) Визначення альтернатив на кожному етапі
- 3) Визначення ймовірностей результатів для кожної альтернативи
- 4) Визначення результатів
- 5) Створення дерева рішень
- 6) Розрахунок оптимального рішення за критерієм очікуваного значення та метод динамічного програмування.

Далі зобразимо математичну модель проблеми у вигляді формули:

Отже, оптимальним рішенням буде те, що найбільше відповідає умовам:

$$A_{opt} = \min \{ M_{ij} \},$$

Де M_{ij} - очікуваний дохід за рішенням A_{ij} .

$$M_{ij} = \sum_{j=1}^m p_{ij} u_{ij}, \quad i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, m},$$

Де p_{ij} - ймовірність впливу j фактору на вибір i альтернативи.

У цій частині нашої роботи ми повинні впоратися з розрахунковими ризиками під час такої надзвичайної ситуації. Це буде прийнятним для побудови дерева ризику відповідно до цього завдання. Нам потрібно встановити кілька значень з цією метою: p_1 - ймовірність того, що політ буде успішним, p_2 - ймовірність того, що станеться щось погане, U - програє (1-10), R - ризик, A - оптимальне рішення.

Початкові дані представимо в таблиці 4.2.8.

Таблиця 4.2.8. Початкові значення розрахунків прийняття рішень під час ризику.

Початкові дані

Тип ситуації	Успішний політ (p1=0.3)		Неуспішний політ (p2=0.7)	
	Посадка на необлаштованому аеродромі	U ₂₁	5	U ₂₂
Посадка на облаштованому аеродромі	U ₃₁	3	U ₃₂	5
Посадка на альтернативному аеродромі	U ₄₁	3	U ₄₂	5
Посадка на воду	U ₅₁	2	U ₅₂	4
Придатне обладнання	U ₆₁	4	U ₆₂	6
Непридатне обладнання	U ₇₁	4	U ₇₂	7

Всі ці значення оцінюються за допомогою методу експертних оцінок.

За допомогою отриманих даних ми можемо побудувати дерево рішень (рис.4.2.2) відповідно до нашої ситуації.

Далі розраховуємо всі можливі ризики та з'ясуємо, який спосіб є найбільш прийнятним для цієї ситуації.

$$R_6 = p_1 * u_{61} + p_2 * U_{62} = 0.3 * 4 + 0.7 * 6 = 5.4$$

$$R_7 = p_1 * u_{71} + p_2 * U_{72} = 0.3 * 3 + 0.7 * 7 = 5.8$$

Слід пам'ятати, що ми маємо вибрати найменший ризик, тому ми маємо вибрати R_6 .

$$A_5 = R_6 = 5.4$$

$$R_4 = p_1 * u_{41} + p_2 * U_{42} = 0.3 * 3 + 0.7 * 5 = 4.4$$

$$R_5 = A_5 + p_1 * u_{51} + p_2 * U_{52} = 5.4 + 0.3 * 4 + 0.7 * 6 = 10.8$$

Наступним кроком знову обираємо найменший ризик, тобто R_4 .

$$A_1 = R_4 = 4.4$$

$$R_2 = p_1 * u_{21} + p_2 * U_{22} = 0.3 * 5 + 0.7 * 8 = 7.1$$

$$R_3 = A_1 + p_1 * u_{31} + p_2 * U_{32} = 4.4 + 0.3 * 3 + 0.7 * 5 = 8.8$$

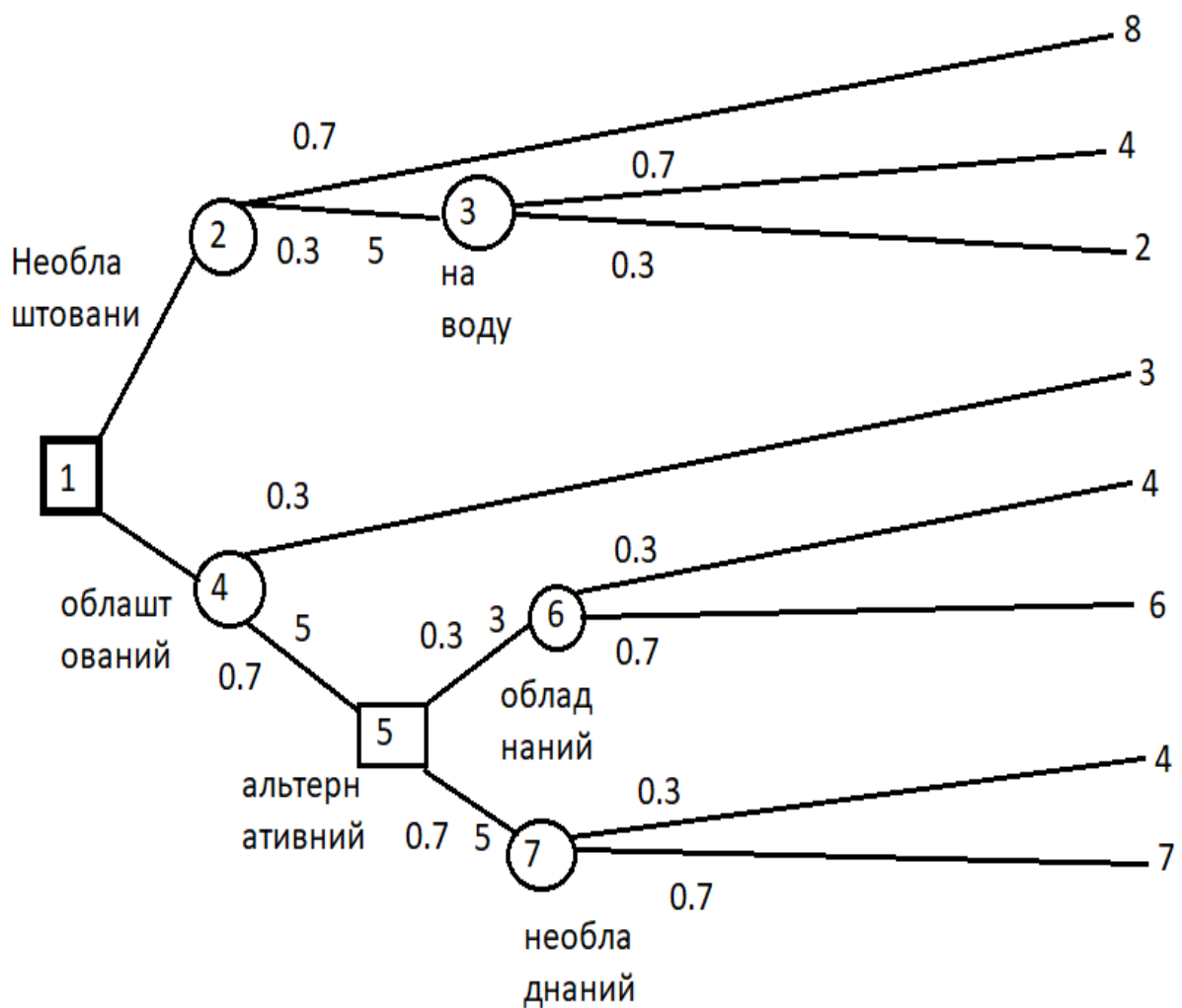


Рисунок 4.2.2. Дерево рішень для проблем з електропостачанням

Ми завжди повинні вибирати менший ризик, тому нам доведеться вибирати R3. Є однакова картина, але з правильним маршрутом (рис.4.2.3).

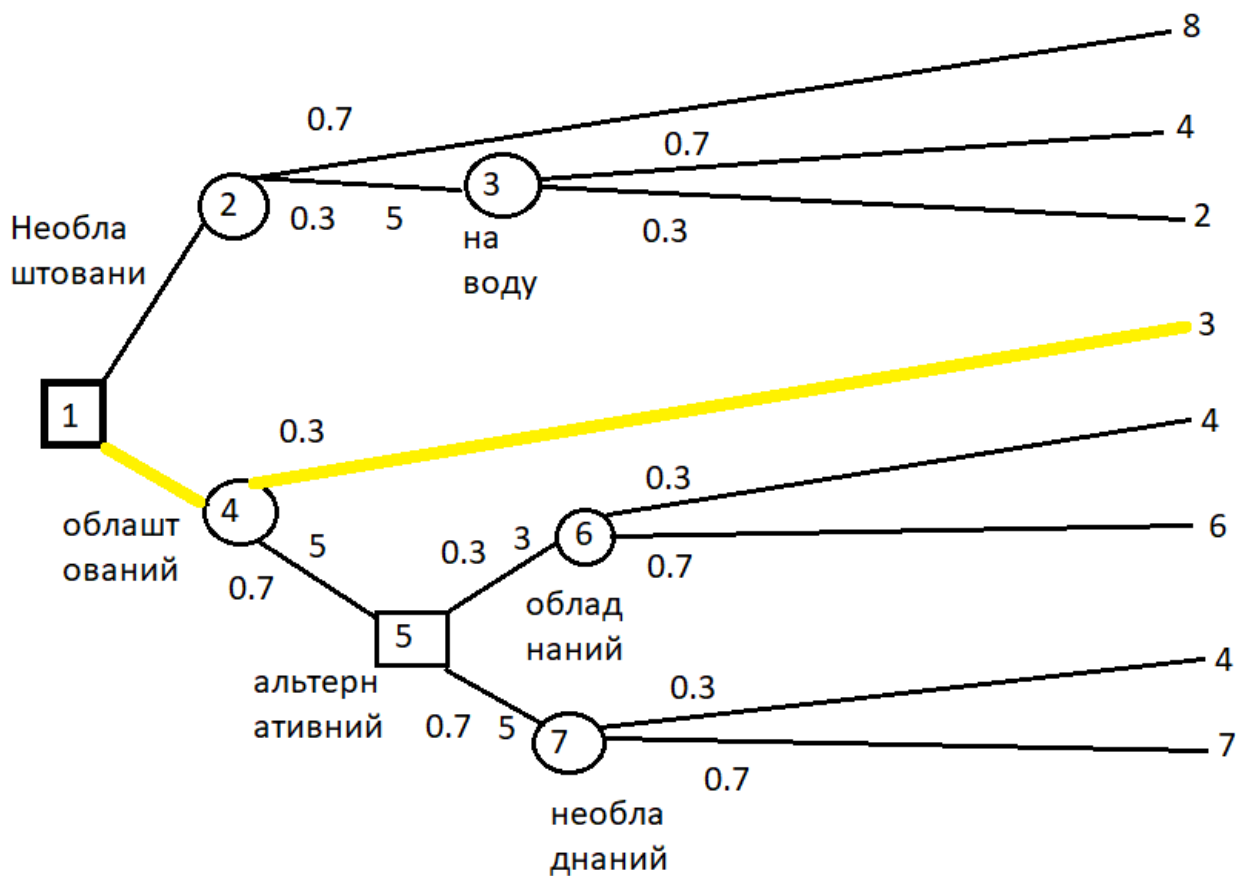


Рисунок 4.2.3. Рішення дерева рішень

В результаті розрахунків можна зробити висновок, що посадка на облаштованому аеродромі при проблемах з електропостачанням - є найбільш вигідним варіантом.

3. Рішення в умовах невизначеності.

Спроекуємо алгоритм рішення в умовах невизначеності. Таке рішення буде мати наступний вигляд:

- 1) Формування матриці.
- 2) Алгоритми дій - $A = \{A_1, A_2, \dots, A_i, \dots, A_m\}$.
- 3) Формування множини факторів - $\lambda = \{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_j, \dots, \lambda_n\}$.
- 4) Формування множини можливих наслідків - $u_{ij} : i=1, m; j=1, n$.

5) Умови прийняття рішень в умовах невизначеності.

6) Вибір методів (критерії аналізу проблеми рішення) щодо прийняття рішень під невизначеність:

- критерій Вальда,
- критерій Лапласа,
- критерій Сурвіджа,
- критерій Гурвіца.

Зробимо розрахунок:

1) Альтернативні дії $A = \{A_1, A_2, \dots, A_i, \dots, A_m\}$

де A_1 -аварійна посадка: Продовження польоту до аеродрому

де A_2 -аварійна посадка: Дозвіл на посадку

2) Тепер визначимо сукупність факторів, які впливають на рішення: $\lambda = \{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n\}$:

1. λ_1 – Наявність палива (електроенергії).
2. λ_2 - Віддаленість.
3. λ_3 – ТТХ ЗПС.
4. λ_4 – Погодні умови.
5. λ_5 – Світлотехнічна система.
6. λ_6 – Системи пошуку.
7. λ_7 – Навігаційні засоби.

3) Обираємо критерій:

3.1 Критерій Вальда : $A^*_j = \max_i \min_j \{u_{ij}\}$

3.2 Критерій Лапласа : $A_i^* = \max_{a_i} \left\{ \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n u(a_i, \lambda_j) \right\}$

3.3 Критерій Серіджа: : $A_j^* = \min \max_{rij} (ак \{ \max u_{ij} (a_i; \lambda_j) \} - u_{ij} (a_i; \lambda_j))$

3.4 Критерій Гурвіца:

$$A_j^* = \max_{a_i} \{ \alpha \max_{\lambda_j} \{ u_{ij} (a_i; \lambda_j) \} + (1 - \alpha) \min_{\lambda_j} \{ u_{ij} (a_i; \lambda_j) \} \}$$

Зобразимо рішення у вигляді таблиці 4.2.9:

Таблиця 4.2.9. Результати прийнятого рішення.

A	Паливо	Віддаленість	ТТХ	Погодні умови	Світлотехнічна система	Системи пошуку	Навігаційні засоби	Серіджа
A ₁	1	3	5	4	5	5	7	7
A ₂	1	2	1	4	1	0	1	4

Наступним етапом зробимо розрахунок критерію Гурвіца:

$$0 \leq \alpha \leq 1$$

$$\alpha = 0.5$$

$$A_1 = 0.5 * 5 + 0.5 * 7 = \mathbf{6}$$

$$A_2 = 0.5 * 1 + 0.5 * 4 = 2.1$$

В результаті розрахунків отримаємо матрицю рішень (табл. 4.2.10).

Таблиця 4.2.10. Матриця рішень результату розрахунків критерію Гурвіца.

№	A	Фактори							Критерії			
		Паливо	Віддаленість	ТТХ	Погодні умови	Світлотехнічна система	Системи пошуку	Навігаційні засоби	В	Л	Г	С
		λ1	λ2	λ3	λ4	λ5	λ6	λ7				
A ₁	Посадка на аеродромі	4.00	4.00	5.00	4.00	5.00	5.00	7.00	4	6.324516	6	7
A ₂	Посадка поза аеродромом	1.00	2.00	1.00	4.00	1.00	0	1.00	0	3.235214	2.1	4

Відповідно до отриманої матриці ми бачимо, що прийняття рішень у невизначеності дає нам баланс у нашому відношенні. Для трьох критеріїв таких як

Вальда, Лапласа та Гурвіца маємо однакові результати. На жаль за критерієм Серіджа результат відрізняється від них.

Отже, можна зробити висновок, що за заданих умов невизначеності, а саме проблеми з електропостачанням посадка на аеродромі є більш оптимальною альтернативою доцільності прийнятого рішення.

4.3. Пропозиції щодо успішного проектування та реалізації системи

При проектуванні та реалізації СППР розробники таких систем стикаються з певними факторами ризику проекту. Серед них можна виділити такі основні фактори ризику [27, с. 16-25].

1. Непорозуміння із замовником.

Це один із основних факторів ризиків. Він виникає у випадку недостатньої взаємодії виконавця із замовником і може стосуватись таких елементів проекту:

- недостатньо глибоко проаналізовані питання стосовно вчасного і повного фінансування робіт;
- непорозуміння потреб користувача, вимоги можуть формулюватися нечітко, через що в результаті він отримує не те, на що сподівається;
- непорозуміння стосовно функцій програми.

2. Постійна трансформація стосовно вимог до системи.

Замовник занадто часто змінює вимоги до проекту системи, що унеможлиблює його своєчасну і високоякісну реалізацію.

Рішення: тісна співпраця із замовником на етапі створення технічного завдання і проекту. Дотримання всіх вимог документації.

3. Нечітке формулювання цілей програмного продукту.

Ризики витрат часового фактору на процес переформатування цілей. Це часто зустрічається в ситуаціях, коли виконавець ще не має достатнього досвіду розробки програм відповідного змісту.

Рішення: правильне обрання групи виконавців, забезпечення їх високої кваліфікації.

4. Непорозуміння стосовно функціональних вимог серед членів групи виконавців проекту.

Рішення: поліпшення властивостей програми, підвищення кваліфікації членів групи. Фірми, які працюють в сфері інформаційних технологій, мають регулярно працювати над підвищенням кваліфікації своїх працівників.

5. Неправильне використання людей керівником та неефективний процес менеджменту ідеї.

Рішення: потрібно замінити керівництво або виконавцям знайти іншу роботу.

6. Календарний план, що не відповідає реальності.

Причина: неефективний менеджмент системи.

Рішення: залучення висококваліфікованих виконавців з досвідом та застосування сучасних комп'ютерних інструментів для покращення календарного плану.

7. Неспроможність задовольнити потреби користувача.

Причина – прорахунки з формулюванням вимог до системи на стадії формулювання техзавдання, недостатня увага щодо складності функцій та можливостей їх реалізації в конкретних умовах.

Рішення: ґрунтовний підхід до оцінки проекту.

8. Ризик, пов'язаний із впровадженням нових технологій.

Тобто неможливість освоїти нову технологію реалізації системи в межах проекту.

Рішення: підвищення кваліфікації виконавців. На початку ухвалення рішення відносно реалізації нових технологій потрібно бути впевненим, що виконавці технічно підготовлені до його втілення.

9. Низький рівень комунікації з користувачем в процесі реалізації проекту та низькі показники презентаційних можливостей підсумкових показників. В результаті виникають конфлікти стосовно фінансування та, як наслідок, виконання завдання.

Рішення: постійна комунікація із користувачем і робота над покращенням стосунків з ним, продумування демонстрацій.

10. Недостатній рівень знань та досвід роботи виконавця.

В такому випадку можна втратити проект.

Рішення: підбір кадрів для виконання проекту, попереднє підвищення кваліфікації. Для забезпечення успіху необхідно, щоб не менше 60% членів групи виконавців мали достатній досвід реалізації проектів.

11. Відсутність належної методики виконання проекту.

Причина – недостатній досвід виконавця.

Рішення: використати досвід провідних фірм-проектувальників інформаційних систем, розробити власну методику створення системи на основі попереднього досвіду. Все корисне має документуватись.

12. Надмірна увага групи виконавців реалізації системи до росту якості виконання конкретних дій.

Це суттєвий мінус виконавців, що не наділені відповідним досвідом реалізації подібних проектів.

Рішення: діагностування діяльності початківців з боку висококваліфікованого персоналу.

13. Неузгоджена робота програмних атрибутів між собою.

Низький рівень менеджменту реалізації подібних продуктів, тобто це прорахунки менеджера проекту. Це відноситься безпосередньо до аутсорсингу, коли відсутній контакт із користувачем, а головне керівництво не з`являється.

Рішення: налагодження процесу безпосередньої комунікації.

З іншого боку, для мінімізації та ліквідації ризиків при проектуванні та реалізації СППР вдаються до таких заходів.

1. Уникнення ризиків.

Виконується аналіз можливих факторів ризику та створення умов, несприятливих для їх реалізації (прояву). Це ідеальний варіант, але уникнути ризиків на 100% – нереально.

2. Перенесення ризику на третю сторону.

Вживаються такі заходи:

- страхування проекту;
- перенесення ризику на сторону замовника;
- проектування власного хедж-фонду.

3. Зменшення рівня ризиків під час на функціонування компанії.

Планування і виконання дій, спрямованих на зниження впливу показників ризику, зниження ймовірності його виникнення шляхом використання власного досвіду виконання проектів і досвіду інших компаній.

Вживаються заходи: підвищення кваліфікації працівників, прийняття реалістичних строків і бюджет проекту.

4. Прийняття ситуації з виникненням ризику як вона є і робота над зменшенням наслідків реалізації ризику. Можливо, що витрати на проект перевищать прибуток, але в майбутньому можлива компенсація. Потрібно ухвалити рішення стосовно того, коли втрати компанії зменшаться (1) у випадку закінчення реалізації проекту з фінансовими втратами чи (2) коли припинити його впровадження. Найчастіше проект завершують для того, аби не втратити власний професійний імідж

Висновки до четвертого розділу

Підсумовуючи четвертий розділ, можемо констатувати наступне:

1. Розробили структурну схему та архітектуру СППР в заданих умовах, з'ясувавши, що бортовий мікрокомп'ютер – головне обладнання системи управління БПЛА. Його основна мета: виконати поставлене йому завдання. Для цього він виконує п'ять основних функцій, а саме:

- генерація оновлень до програми польоту для автопілоту;
- обробка даних навігаційного обладнання й телеметрії;
- робота з додатковим обладнанням;
- спілкування з мікрокомп'ютерами інших БПЛА;
- відправлення даних на базову станцію й одержання від неї нових завдань.

2. Практично реалізували модель СППР в умовах ризику («Проблеми з електропостачанням») у відповідності до чітко визначених алгоритмів проектування, а саме:

- Прийняття рішення в надзвичайних ситуаціях при невизначеності.
- Розробка рішення в умовах ризику.
- Рішення в умовах невизначеності.

В результаті проведених розрахунків переконались, що за заданих умов невизначеності, а саме проблеми з електропостачанням посадка на аеродромі є більш оптимальною альтернативою доцільності прийнятого рішення.

3. Розробили методичні рекомендації стосовно успішного проектування та реалізації системи.

ВИСНОВКИ

Підсумовуючи загальний зміст дослідження, можемо зробити такі загальні висновки:

1. Система підтримки прийняття рішень (СППР) - це інформаційна система, яка підтримує ділові або організаційні дії по прийняттю рішень. СППР служать рівнями управління, експлуатації та планування процесом і допомагають людям приймати рішення про проблеми, які можуть швидко змінюватися і які важко визначити заздалегідь, тобто неструктуровані і напівструктуровані проблеми прийняття рішень. Водночас СППР являють собою інтерактивні системи, що здатні забезпечити користувачу швидкий доступ до інструментарію і даних для процесу підтримки прийняття рішення відносно слабоструктурованих і неструктурованих задач.

2. Вже на початку 1970-х роках СППР була описана як «комп'ютерна система для сприяння прийняттю рішень». В кінці 1970-х років ідея СППР почала концентруватися на «інтерактивних комп'ютерних системах, які допомагають особам, які приймають рішення, використовувати бази даних і моделі для вирішення погано структурованих проблем». В 1980-х роках СППР повинна була стати системою, що використовує відповідні і доступні технології для підвищення ефективності управлінської та професійної діяльності.

3. Сучасні СППР рішень виконують такі функції:

- надають людині допомогу під час прийняття рішень та гарантують підтримку відносно широкого спектру структурованих або неструктурованих задач.

- підтримують та посилюють судження та оцінку автора рішення. При цьому контроль за реалізацією рішення покладається на людину.

- сприяє росту кількості ефективно прийнятих рішень.

- інтегрують моделі та аналітичні способи із звичайним доступом до інформації з вибірковістю даних. У процесі прийняття рішення активізуються кілька наявних систем із переліку.

- дозволяють значно полегшити процес комунікації оператора з ПК навіть, якщо той, хто приймає рішення, не достатньо володіє знаннями роботи з комп'ютером.

- дають можливість інтерактивно вирішувати завдання.

- сприяє пристосуванню до змін зовнішнього чи внутрішнього середовища для полегшення процесу вирішення задач користувачем.

4. Програми та продукти СППР в цілому охоплюють управління повітряним рухом для стратегічного потоку, потоку в дорозі, потоку терміналу і руху по поверхні аеропорту. Інструменти СППР поєднують моделювання та аналіз з традиційним доступом до даних і їх отриманням, що дозволяє менеджерам трафіку приймати рішення в швидко мінливих середовищах. Інструменти попереджають операторів про умови, що вимагають прийняття рішення, і допомагають розробляти і аналізувати можливі напрямки дій.

5. Процес прийняття рішення складається з таких етапів, як

- Етап постановки задачі.

- Етап створення рішення.

- Етап вибору правильного рішення з-поміж альтернатив.

- Етап оцінки ефективності прийнятого рішення.

- Етап аналізу конкретних умов прийняття рішення.

6. При вирішенні завдань системного аналізу, прийняття рішень та вивчення операцій вчені виокремлюють головні типи невизначеностей, а саме:

- тип невизначеності мети.
- тип невизначеності ситуації.
- тип невизначеності впливу неконтрольованих показників.
- тип природної невизначеності.
- тип стратегічної невизначеності.
- тип інформаційної невизначеності.

7. Виділяють кілька типів СППР, які відтворюють засадничі аспекти процесу прийняття рішень, а саме:

- різновид аналізу рішень (Decision Analysis);

- різновид фактору вивчення обчислення рішень (Decision Calculus);
- різновид аналізу рішень (Decision Research),
- різновид реалізації програмного забезпечення (Implementation Process).

8. Процес практичної реалізації розробленого рішення СППР для оператора БПЛА під час виникнення проблем з електропостачанням складається з таких етапів:

1. Прийняття рішення в надзвичайних ситуаціях при невизначеності.
2. Розробка рішення в умовах ризику.
3. Рішення в умовах невизначеності.

В результаті проведених розрахунків переконались, що за заданих умов невизначеності, а саме проблеми з електропостачанням посадка на аеродромі є більш оптимальною альтернативою доцільності прийнятого рішення.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Авилов И. С. Критериальные оценки энергетического совершенства пусковых устройств легких беспилотных летательных аппаратов / И. С. Авилов, А. В. Амброжевич, В. А. Середа // Авиационно-космическая техника и технология. – 2007. - № 2 (38). – С. 15-19.
2. Айзерман М. А. Выбор вариантов: основы теории / Айзерман М. А., Алексеров Ф. Т. – М.: Наука, 1990. – С. 134-156.
3. Анфилатов В. С. Системный анализ в управлении / Анфилатов В. С., Емельянов А. А., Кукушкин А. А. – Москва: Финансы и статистика, 2002. – С. 354-360.
4. Асаи. Прикладные нечеткие системы / Пер. с яп. под ред. Тэрано и др. / Асаи, Киедзи, Ватада, Дзюндзю, Иваи, Сокукэ и др. – М.: Мир, 1993. – С. 228-302.
5. Бабак С. В. Особливості практичного використання автономних діагностичних комплексів для теплового контролю повітряних ліній електропередачі / С. В. Бабак, М. В. Мислович // Технічна електродинаміка. – 2016. - № 1. – С.73-80.
6. Барсов В. І. Концепція створення системи обробки інформації безпілотних літальних апаратів на основі використання модулярної арифметики / В. І. Барсов // Електроінформ. - 2008. - № 4. - С.9-11.
7. Бахтіяров Д. Дослідження мультиплексованого сигналу керування безпілотними літальними апаратами / Д. Бахтіяров // Information technology and security. – К., 2015. – С. 152-159.
8. Белов П. Г. Системный анализ и моделирование опасных процессов в техносфере: учеб. пос. для студентов ВУЗов / П.Г. Белов. – М.: Издат. центр «Академия», 2003. – С. 457-470.
9. Беляев Ю. Б. Моделювання процесу прийняття рішень оператором авіаційної ергатичної системи в особливих випадках польоту / Ю. Б. Беляев, Т. Ф. Шмельова, Ю.В. Сікірда // Автоматизація виробничих процесів. – 2003. – № 2 (17). – С. 17-23.

10. Бідюк П. І. Системний підхід до побудови математичних моделей на основі часових рядів / Бідюк П. І., Баклан І. В., Рифа В. М. // Системні дослідження та інформаційні технології, №3, 2002. – С. 114-131.
11. Боголюбов Д. П., Чанкин А. А., Стемиковская К. В. Реализация алгоритма сообучения самоорганизующихся карт Кохонена на графических процессорах с // Промышленные АСУ и контроллеры. 2012. - № 10. - С. 30-35.
12. Борисов Ю. И. Нейросетевые методы обработки информации и средства их программно-аппаратной поддержки / Борисов Ю. И, Кашкаров В. М., Сорокин С. А. // Открытые системы. – 1997.– № 4. – С. 38 – 40.
13. Бондарев Д.І Системний аналіз і класифікація групових польотів безпілотних літальних апаратів // XV Міжнародна науково-практична конференція молодих учених і студентів «Політ. Сучасні проблеми науки», квітень 2015 р.: тези доп. – К.: НАУ, 2015. – С. 56-61.
14. Бондарев Д. І Визначення критеріїв ефективності групових польотів безпілотних літальних апаратів методами теорії графів / Бондарев Д. І., Кучеров Д. П., Т. Ф. Шмельова, // Матеріали XIV міжнар. наукової конф. студентів та молодих учених «Авіа-2015» – Київ, 28-29 квітня 2015 р.–К.:НАУ, 2015. – С. 9-12.
15. Вентцель Е. С. Теория вероятностей: Учеб. для вузов. - 6-е вид. стер. - М.: Высш. шк., 1999. – С. 12-54.
16. Волошин Д. В. Моделирование автономной навигации беспилотного летательного аппарата на основе обработки видеоданных / Д. В. Волошин // Электронное моделирование. – 2016. – Т. 38, № 3. – С. 109-118.
17. Гаврилова Т. А. Базы знаний интеллектуальных систем / Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф. – С.- Петербург: Питер, 2000. – С. 357-360.
18. Галушкин А. И. Теория нейронных сетей. / А. И. Галушкин - М.: ИПРЖР, 2010. – С. 319-328.
19. Горбань А. Н., Россиев Д. А. Нейронные сети на персональном компьютере. / А. Н. Горбань, Д. А. Россиев – Н.: Наука, 2006. – С. 79-84.
20. Дахно Н. Б. Моделі прийняття рішень для дистанційного керування безпілотними літальними апаратами на основі варіаційно-градієнтних методів :

автореф. дис. на здоб. наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.13.06 "Інформ. технології" / Дахно Наталія Борисівна ; Держ. ун-т телекомунікацій. - К., 2015. – С. 2-14.

21. Дейч А. М. Методи ідентифікації динамічних об'єктів. – М: Енергія, 1979 – С. 117-144.

22. Деннинг В. Диалоговые системы «Человек-ЭВМ».- Адаптация к требованиям пользователя: Пер. с англ. / Деннинг В., Эссинг Г., Маас С. – М.: Мир, 1984. – С. 27-34.

23. Долгих В. С. Перспективы развития беспилотной транспортной авиации / В. С. Долгих, Д. С. Коньшев, С. А. Филь // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии : сб. науч. тр. / Нац. аэрокосм. ун-т имени Н. Е. Жуковского "Харьковский авиационный институт". - Х. : ХАИ, 2018. - Вып. 80. - С. 23-28.

24. Животовський Р. М. Удосконалена методика адаптивного управління параметрами сигналу для безпілотних авіаційних комплексів / Р. М. Животовський // Системи управління, навігації та зв'язку. – 2016. – Вип. 3. – С. 140-145.

25. Зудилова Е. В. Современное состояние в области проектирования адаптивных систем / Зудилова Е.В. // КИН-96. – Инженерия знаний. – С. 200-225.

26. Иванов Д. Я. Принципы организации децентрализованных сетцентрических информационно-управляющих систем / Д. Я. Иванов, Э. В. Мельник // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2013. – № 4. – С. 25-30.

27. Ильин В. Беспилотные летательные аппараты: состояние и перспективы развития / В. Ильин // Вестник авиации и космонавтики. – 2001. - № 6. – С. 16-25.

28. Ільницька С. І. Підвищення ефективності функціонування інтегрованої навігаційної системи безпілотного літального апарата : автореф. дис. на здоб. наук. ступеня канд. техн. наук : [спец.] 05.22.13 "Навігація та упр. рухом" / Ільницька Світлана Іванівна ; МОНмолодьспорт, Нац. авіаційний ун-т. - К., 2013. – С. 8-15.

29. Казак В. Н. Математическая модель системы «Самолет – пилот – среда» в условиях развития особой ситуации в полете / В.Н. Казак, Е.Н. Тачинина // Проблeми інформатизації та управління. – 2006. – № 3 (18). – С. 1-4.

30. Кирхар Н. В. Модели деятельности пользователя компьютеризованной системы / Н. В. Кирхар, Д. В. Ходаков // Вестник Харьковского национального технического университета: Информационные технологии. – № 4 (27). – 2007. – С. 370-378.

31. Коршевнюк Л. О. Підхід групування оцінок в задачах прийняття рішень / Коршевнюк Л. О., Мінін М. Ю., Бідюк П. І. // Информационные технологии в XXI веке: Сборник докладов и тезисов II-го Международного научно-практического форума. – Днепропетровск: ИПК ИнКомЦентра УГХТУ, 2004. – С. 85-86.

32. Комашинский В. И. Смирнов Д. А. Внедрение в нейро-информационные технологии. / В. И. Комашинский, Д. А. Смирнов - СПб, 1999. – С. 33-48.

33. Круглов В. В., Борисов В. В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. - 1-е. - М.: Горячая линия - Телекому, 2001. - С. 377-382.

34. Ларичев О. И. Теория и методы принятия решений / Ларичев О. И. – Москва: Логос, 2000. – С. 254-267.

35. Лисе А. А., Степанов М. В. Нейронные сети и нейрокомпьютеры. / А. А. Лисе, М. В. Степанов // Учеб. пособие. ГЭТУ. - СПб, - 2009. – С. 44-60.

36. Лісовський В. А. Аналіз автоматизованої системи «аеронавігаційні збори» для обліку повітряного руху / В. А. Лісовський., В. Б. Семененко // XV Міжнародна науково-практична конференція молодих учених і студентів «Політ. Сучасні проблеми науки», квітень 2015 р.: тези доп. – К.: НАУ, 2015. – С. 60-67.

37. Луппо О. Є. Новий підхід до моделювання польоту літального апарату / Луппо О. Є., Луцик І. А. // АВІА-2015: міжн. наук.-техн. конф., 28-29 квітня 2015 р.: тези доповідей. – К.: Національний авіаційний університет, 2015.- С. 34-53.

38. Павлова С. В., Павлов В. В. Інтелектуальне керування складними нелінійними динамічними системами. Аналітика інтелекту/ К.: Науково-

виробниче підприємство «Видавництво «Наукова думка» НАН України», 2015. – С. 200-210.

39. Поліщук Д. О. Комплексне детерміноване оцінювання складних ієрархічно-мережевих систем: І. Опис методики / Д. О. Поліщук, О. Д. Поліщук, М. С. Яджак // Системні дослідження та інформаційні технології. - 2015. - № 1.- С. 21–31.

40. Роберт Каллан. Основні концепції нейронних мереж = The Essence of Neural Networks First Edition. - 1-е. - «Вільямс», 2001. - С. 280-288.

41. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. - М. Горячая линия-Телеком 2004. – С. 104-108.

42. Сикирда Ю. В. Анализ принятия решений оператором во внештатных полетных ситуациях с помощью дерева решений / Ю. В. Сикирда, Е. А. Щеголев // АВИА– 2006: VII міжнар. наук.-техн. конф., Київ, 25-27 верес. 2006 р. – Т. 1: Аерокосмічні системи моніторингу та керування. – К.: Національний авіаційний університет, 2006. – С. 21-57.

43. Синютин С. А. Проектирование микроконтроллерных систем снятия, обработки и анализа электрокардиосигнала.- М.: Радиотехника, - 2010. – С. 23-44.

44. Сокол Е. И. Сетецентрическая оптимизация оперативного обслуживания элементов энергосистемы / Е. И. Сокол , О. Г. Гриб , С. В. Швец // Електротехніка і електромеханіка. – 2016. – №3. – С. 67-72.

45. Стратій А. В. Консолідація інформаційних потоків в системах аеронавігаційного обслуговування // XV Міжнародна науково-практична конференція молодих учених і студентів «Політ. Сучасні проблеми науки», квітень 2015 р.: тези доп. – К.: НАУ, 2015. – С. 90-98.

46. Таха Х. А. Введение в исследование операций: пер. с англ. / Х.А. Таха. – 6-е изд. – М.: Издат. дом «Вильямс», 2001. – С. 900-912.

47. Терехов В. А., Єфімов Д. В., Тюкин И. Ю. Нейромережні системи керування. - 1-е. - Высшая школа, 2002. - С. 175-180.

48. Филлипс Д. Методы анализа сетей: пер. с англ. / Д. Филлипс, А. Гарсиа-Диас. – М.: Мир, 1984. – С. 367-420.

49. Харченко В. П. Прийняття рішень оператором аеронавігаційної системи: монографія / В. П. Харченко, Т. Ф. Шмельова, Ю. В. Сікірда. – Кіровоград: КЛА НАУ, 2012. – С. 267-290.

50. Царегородцев В. Г. Перспективы распараллеливания программ снейросетевого анализа и обработки данных / В. Г. Царегородцев // Материалы с Всерос. конф. «Математика, информатика, управление – 2008». – Иркутск, 2014. – С. 110-117.

51. Шмельова Т. Ф. Технологія розробки дерева прийняття рішень у випадку відмови двигуна на зльоті / Т. Ф. Шмельова, І. Л. Якуніна // Сучасні інформаційні технології в управлінні та професійній підготовці операторів складних систем: V міжнар. наук.-практ. конф., Кіровоград, 27-28 жовтня 2010 р.: тези доповідей. – Кіровоград: Державна льотна академія України, 2010. – С. 128-132.

52. Шмельова Т. Ф. Системний аналіз задач і функцій автоматизованої системи «аеронавігаційні збори» / В. А. Лісовський, Д. О. Катрич, Т. Ф. Шмельова // АВІА-2015 : XII міжнар. наук.-техн. конф., Київ, 27-28 травня 2015 р.: тези доповідей. – Т. 2. – К. : Національний авіаційний університет, 2015. – С. 11-16.

53. Шмельова Т.Ф. Підходи до консолідації інформаційних потоків в системах аеронавігаційного обслуговування польотів / Т. Ф. Шмельова, А. В. Стратій // АВІА-2015: XII міжнар. наук.-техн. конф., Київ, 27-28 травня 2015 р.: тези доповідей. – Т.2. – К.: Національний авіаційний університет, 2015. – Р.8.91 – 8.97.

54. Шмельова Т. Ф. Детерміновані моделі дій екіпажу повітряного судна у разі виникнення особливого випадку у польоті / Т. Ф.Шмельова, В. В. Шишаков, О. В. Шостак // Наука і техніка Повітряних сил Збройних сил України. – 2015. – Вип. 2(19). – С. 33–37.

55. Шостак О. В. Метод перехресного моніторингу в системі аудиту безпеки польотів LOSA / О.В. Шостак, Васильєв М.В.// XV Міжнародна науково-

практична конференція молодих учених і студентів «Політ. Сучасні проблеми науки», квітень 2015 р.: тези доп. – К.: НАУ, 2015. – С. 70-74.

56. Ясницкий Л. Н. Введения в штучний інтелект. - 1-е. - Издательский центр «Академия», 2005. - С. 172-176.

57. Asanovic, Krste et al. (Jan 18, 2016). The Landscape of Parallel Computing Research: A View from Berkeley University of California, Berkeley. Technical Report No. UCB/EECS-2016. – P. 176-183.

58. Salamon J. A Dataset and Taxonomy for Urban Sound Research / J. Salamon, C. Jacoby, J. Bello. // 22nd ACM International Conference on Multimedia, Orlando USA. – 2014. – P. 12-35.

ДОДАТКИ