

ВІДЗІВ

офіційного опонента

доктора технічних наук, професора Михальова Олександра Ілліча
на дисертаційну роботу Гожого Олександра Петровича
«Інформаційні технології динамічного планування та прийняття рішень на
основі ймовірнісно-статистичних методів», яка подана на здобуття
наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.06 –
інформаційні технології.

На сьогодні розвиток складних динамічних систем різного типу залежить від багатьох складових: від цілей які необхідно досягти, від вибору стратегій розвитку із урахуванням всіх факторів, що впливають на систему, а також врахуванням та подоланням різного роду невизначеностей і ризиків. Планування дій при вирішенні різноманітних завдань в невизначеному середовищі та прийняття рішень в умовах швидко змінюючогося середовища є складним системним завданням. Основним напрямом ефективного вирішення зазначених завдань є динамічне планування, основою якого є системне використання різнотипних математичних моделей, методів аналізу ситуацій і прийняття рішень та інформаційних технологій, орієнтованих на використання в умовах ризику і невизначеності та швидких структурних змін у зовнішньому середовищі і в різних елементах систем, для побудови планів і прогнозів розвитку систем різного типу і вирішення завдань стратегічного планування та управління. Але існуючий на сьогодні рівень інформаційних технологій в динамічному плануванні не задовольняє потребам аналітиків, експертів та осіб які приймають рішення. Це пов'язано, насамперед, з відсутністю методології побудови та застосування інформаційних технологій для вирішення різних проблемно-орієнтованих завдань динамічного планування, недостатньо розвиненим математичним забезпеченням, відсутністю математичних моделей, методів та інформаційних технологій, що дозволяють вирішувати завдання планування, які слабо структуровані та важко формалізуються, з урахуванням сучасних вимог. Розробка сучасних інформаційних технологій для вирішення завдань динамічного планування і систем підтримки прийняття рішень, та їх елементів є складним системним завданням.

В дисертації виконано досить повний і змістовний аналіз сучасних методів планування, який підтвердив необхідність розробки сучасних інформаційних технологій для розв'язування завдань динамічного планування при наявності ризиків та невизначеностей зовнішнього

середовища, на основі системного підходу та ймовірно-статистичних методів.

Тому, на мій погляд, дана дисертація має суттєве наукове і практичне значення, представляється своєчасною і корисною.

Актуальність виконаної роботи

Дисертація О.П.Гожого присвячена (*об'єкт дослідження*) вивченню процесів динамічного планування та прийняття рішень в системах управління різного призначення. Теоретичні основи управління цими процесами, що відносяться до класу складних і системних, із застосуванням сучасних методів аналізу інформації, методів моделювання, методів прогнозування та прийняття рішень є недостатньо розробленими.

Необхідність проведених досліджень визначається наступними обставинами: необхідністю розробки інформаційних технологій та математичних моделей динамічних процесів для ефективного ситуаційного планування та прийняття рішень в умовах ризиків та невизначеностей; нагальними потребами розвитку методів аналізу інформації, методів моделювання, методів прогнозування та прийняття рішень для ефективного розв'язування завдань динамічного планування та прийняття рішень в різних галузях.

Треба відмітити, що робота проводилася у відповідності до плану науково-дослідних робіт МОН України в рамках держбюджетних тем "Системні дослідження методів генерації і аналізу сценаріїв інноваційних проектів", номер державної реєстрації № 0104UKR003092; "Розробка систем опріснення на острові Зміїний за рахунок нетрадиційних та альтернативних джерел енергії", номер державної реєстрації № 0108U006554; "Розробка інструментальних засобів для прогнозування стану екологічних систем" номер державної реєстрації № 0112U001104; "Розробка інструментальних засобів для систем підтримки прийняття рішень на основі еволюційних методів і алгоритмів", номер державної реєстрації № 0112U001103; "Теоретичні основи визначення індикаторів та коефіцієнтів вагомості індексів екологічної безпеки в системі сталого розвитку Південного регіону України", номер державної реєстрації № 0114U004572.

Предметом досліджень дисертаційної роботи є методи, моделі та інформаційні технології динамічного планування і прийняття рішень в умовах наявності невизначеностей і ризиків. При цьому вивчення змісту дисертації показало, що автор ретельно проаналізував сучасні задачі та методи планування (59 джерел в списку літератури) та прийняття рішень в

умовах ризиків та невизначеності (75 джерел в списку літератури), провів глибокий аналіз математичних моделей аналізу динамічних систем і методів їх аналізу.

Аналіз рівня досягнутих результатів в області об'єкту і предмету досліджень (вступ і перший розділ) дозволив виявити недоліки існуючих методів планування і аналізу інформації, а також суперечності, усунення яких є необхідним для вирішення проблеми, і сформулювати ряд задач, для розв'язання яких потрібні нові моделі та методи аналізу інформації, моделювання, методи прогнозування та прийняття рішень алгоритми і програмні засоби для їх реалізації. При вирішенні сформульованої наукової проблеми в роботі використано системний підхід, сучасні методи аналізу інформації, методи моделювання і прогнозування на основі ймовірнісно-статистичних методів, а також методи прийняття рішень.

Таким чином, *актуальність* дисертаційної роботи *обумовлена необхідністю створення високоефективних інформаційних систем для вирішення завдань планування на основі системного використання методів аналізу інформації, методів моделювання і прогнозування, а також методів прийняття рішень умовах мінливого середовища, ризиків і невизначеностей різного типу, що забезпечують підвищення ефективності вирішення завдань планування та прийняття рішень.*

Наукова новизна дисертаційних досліджень

В дисертаційній роботі знайшли відображення наукові й практичні результати, що відносяться до наступних напрямків досліджень: методи аналізу і оцінювання інформації, методи аналізу і оцінювання ризиків та невизначеностей, методи моделювання і прогнозування, та методи прийняття рішень, а також розроблення прикладних інформаційних технологій для вирішення задач планування та прийняття рішень. Це дозволяє стверджувати, що тема і зміст дисертації повністю відповідає паспорту спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології.

В роботі поставлені і вирішені наступні задачі наукового дослідження.

Перша задача пов'язана із розробкою методу синтезу інформаційних технологій для розв'язування задач динамічного планування. На основі багатомодельного та багатокритеріального підходів, та інтеграції різнотипної інформації автором побудовано метод заснований на системному використанні методів аналізу даних, методів моделювання, методів прогнозування і методів прийняття рішень, що підвищує

ефективність процесу динамічного планування, та дозволяє врахувати невизначеності та ризики різних типів (п. п. 2.5, 2.6 дисертації).

На основі методу синтезу інформаційних технологій побудовано інформаційні технології та їх елементи, які дозволяють вирішувати різноманітні задачі динамічного планування і прийняття рішень в умовах середовища, що змінюється. (п. п. 7.1, 7.2, 7.3 дисертації).

Друга задача розробка інформаційних технологій (третій, четвертий, п'ятий та шостий розділ дисертації) пов'язана із розробкою методів, моделей і алгоритмів для вирішення завдань аналізу інформації, завдань моделювання, прогнозування і прийняття рішень. Для її вирішення сформульовані наступні задачі:

1. Розробити метод аналізу і оцінювання інформації, який враховує зміни інформації в динамічному середовищі.
2. Розробити метод оцінювання ризиків і невизначеностей при оцінюванні ситуації для розв'язання задач динамічного планування.
3. Розробити метод ситуаційного моделювання на основі ймовірнісно-статистичних методів та нечітких ситуаційних мереж.
4. Розробити метод побудови динамічних ситуаційних моделей на основі кольорових мереж Петрі.
5. Розробити метод прогнозування для розв'язання завдань динамічного планування на основі адаптивних алгоритмів та мереж Байеса різного типу.
6. Розробити метод розв'язування багатокритеріальних задач прийняття рішень на основі еволюційних методів і багатокритеріальних генетичних алгоритмів.

При розв'язанні першої задачі суттєву новизну мають результати розробки методу аналізу інформації на основі нечіткого когнітивного моделювання, в якому за рахунок ітеративного обчислення системних показників, досліджуються зміни інформації в динамічному середовищі, та зменшується суб'єктивність при аналізі експертної інформації. На основі результатів нечіткого когнітивного моделювання в роботі встановлено, що ефективність застосування динамічного аналізу системних показників дозволяє визначити зміни в процесі, що аналізується і враховувати їх при побудові плану (п.3.3).

Результатом розв'язання другої задачі є розробка методу оцінювання ризиків і невизначеностей при оцінюванні ситуації та розробка на його основі методу побудови ситуаційного плану з використанням ймовірнісних оцінок ситуаційного ризику та ситуаційної невизначеності. При цьому для

оцінювання використано ризиків метод VaR, а для оцінювання рівня невизначеностей ймовірісно-статистичні методи. (п.3.4).

Вирішення третьої задачі здійснено шляхом використання нечітких ситуаційних мереж, при чому для врахування динаміки розвитку ситуації в процес побудови нечіткої ситуаційної мережі введено часові обмеження. Це дозволяє більш точно враховувати зміни ситуації в часі, та будувати точні моделі плану (п. 4.6).

В процесі розв'язання четвертої задачі запроваджено для побудови ситуаційних моделей використання кольорових мереж Петрі. Це дозволяє досліджувати розвиток ситуації з точки зору впливу багатьох мінливих факторів. (п. 4.7)

Результатом розв'язання наступної задачі є метод прогнозування на основі адаптивного підходу до моделювання з комбінованим використанням регресійних та ймовірісно-статистичних моделей у формі мереж Байєса, який завдяки врахуванню структурно-параметричних невизначеностей ймовірісно-статистичних моделей, надає можливість визначати динамічні параметри плану та забезпечує адекватний опис причинно-наслідкових зв'язків при розв'язуванні задач динамічного планування. (п.5.4)

При вирішенні шостої задачі було розроблено метод розв'язування багатокритеріальних задач, який базується на використанні багатокритеріальних еволюційних процедур та генетичних алгоритмів, що дало можливість підвищити точність і ефективність прийняття рішень. (п. 6.3)

Третя задача полягає в створенні інформаційно-аналітичних систем для вирішення завдань динамічного планування і прийняття рішень (шостий розділ дисертації). В процесі її вирішення були створені інформаційні системи для вирішення завдань аналізу інформації, моделювання, прогнозування і прийняття рішень при плануванні (розділ шостий та сьомий).

Розв'язання головних і допоміжних задач привело до отримання нових наукових результатів та дозволило дисертантові сформулювати наукові положення, що мають істотну новизну.

До найбільш важливих результатів, на мій погляд, відносяться:

- розроблено метод синтезу інформаційних технологій для розв'язування задач динамічного планування, який ґрунтується на принципах багатомодельного та багатокритеріального підходів, інтеграції різнотипної інформації й заснований на системному використанні методів аналізу даних, методів моделювання, методів

прогнозування і методів прийняття рішень, що підвищує ефективність процесу динамічного планування в умовах наявності невизначеностей та ризиків різних типів;

- розроблено метод прогнозування на основі адаптивного підходу до моделювання з комбінованим використанням регресійних та ймовірнісно-статистичних моделей у формі мереж Байеса, який завдяки врахуванню структурно-параметричних невизначеностей ймовірнісно-статистичних моделей, надає можливість визначати динамічні параметри плану та забезпечує адекватний опис причинно-наслідкових зв'язків при розв'язуванні задач динамічного планування;
- розроблено метод оцінювання ризиків та невизначеностей, який завдяки використанню процедур оцінювання ситуації та вибору, підвищує точність процесів ситуаційного моделювання, а також надає можливість уточнювати структуру динамічних планів;
- розроблено метод розв'язування багатокритеріальних задач, який базується на використанні еволюційних процедур та генетичних алгоритмів, що дало можливість підвищити точність і ефективність прийняття рішень.
- метод аналізу інформації на основі теорії нечіткого когнітивного моделювання, який за рахунок ітеративного обчислення системних показників, дає змогу враховувати зміни інформації в динамічному середовищі, а також зменшує суб'єктивність при аналізі експертної інформації в задачах планування і прийняття рішень.
- метод ситуаційного моделювання, який за рахунок використання нечітких ситуаційних мереж та часових обмежень, підвищує точність врахування часових ресурсів в процесах ситуаційного моделювання та побудови структури динамічних планів;
- метод побудови динамічних ситуаційних моделей за рахунок використання кольорових мереж Петрі, який надає можливість створювати ефективні моделі динамічних процесів і забезпечує підвищення точності ситуаційного моделювання;
- метод розв'язання багатокритеріальних і багатоцільових задач за рахунок використання методу аналізу співвідношень, який забезпечує визначення важливості цілей і підвищує ефективність прийняття рішень;
- метод прогнозування, який за рахунок оцінювання та використання комбінованих прогнозів характеризується суттєвим зменшенням обчислювальних ресурсів та алгоритмічної складності відповідних

процедур в процесах планування із заданим рівнем якості оцінок прогнозів.

Слід також зазначити універсальність і практичну спрямованість отриманих результатів, доведених до алгоритмічних і програмних реалізацій, що виконані із застосуванням сучасних інструментальних засобів. Розроблені інформаційні технології реалізовані при вирішенні конкретних практичних задач планування в автоматизації процесів керування розподілом ресурсів в автономній енергетичній системі, задачі аналізу ситуації і планування розвитку прикордонного регіону, побудови планів польоту БПЛА, планування заходів по зменшенню забруднення водних ресурсів.

Достовірність наукових положень і результатів

Під час розв'язання головних і допоміжних задач дослідження в роботі використано методи математичного та комп'ютерного моделювання. Реалізовані аналітичні моделі цілком коректні, що підтверджується співставленням з результатами інших авторів і експериментальною перевіркою на точність і адекватність.

Моделювання проводилося з використанням сучасних програмних пакетів, призначених для розв'язання задач квадратичної та опуклої оптимізації, та розроблених автором програмних засобів. Припущення й обмеження, які використав автор, цілком правомірні. Під час теоретичних досліджень використано сучасний математичний апарат.

Застосовані в роботі методи дослідження загально признані і забезпечують достатню точність і відтворюваність результатів. Правильність висновків і рекомендацій по застосуванню запропонованих методів та алгоритмів перевірена чисельними експериментами.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації

Грунтовний аналіз основних методів вирішення завдань динамічного планування і прийняття рішень дозволив дисертантові запропонувати метод синтезу інформаційних технологій для вирішення завдань динамічного планування, прогнозування на основі сумісного використання регресійних та ймовірнісно-статистичних моделей, метод оцінювання ситуаційних ризиків та невизначеностей, метод вирішення багатокритеріальних задач прийняття рішень на основі еволюційних процедур, методи ситуаційного моделювання нечітких ситуаційних мереж і мереж Петрі. Це обумовлює отримання нових ефективних рішень для розв'язування завдань динамічного планування та прийняття рішень

Отримані результати, висновки і рекомендації логічно і математично аргументовані. **Достовірність** забезпечується коректною постановкою задач математичного моделювання і прогнозування для вирішення задач динамічного планування. Всі методи, які запропоновані в дисертаційній роботі, обґрунтовані чіткими математичними викладками і підтверджені результатами чисельних експериментів.

Констатую, що у докторській дисертації Гожого Олександра Петровича не використані результати його дисертації на здобуття ступеня кандидата технічних наук, що була присвячена питанням автоматизованого проектування елементів устаткувань, що переналагоджуються, і захищена в 1994 році.

Повнота освітлення результатів дисертації

Результати роботи висвітлені у 48 друкованих працях, серед них 1 монографія, 30 статей у фахових виданнях згідно переліку, які відповідають вимогам ДАК України, 6 статей у закордонних фахових виданнях. Серед них статті в авторитетних журналах «Наукові вісті НТУУ «КП»», «Авіаційно-космічна техніка і технологія», «Электротехнические и компьютерные системы», «Системні технології» та інші. Це свідчить про визнання наукових результатів і високої кваліфікації автора. Кількість і зміст цих робіт дозволяють зробити висновок про те, що результати дисертаційної роботи опубліковані в достатньому обсязі, пройшли апробацію на 11 міжнародних конференціях і відомі науково-технічній громадськості.

Автореферат повною мірою відображає зміст дисертації.

Практична цінність результатів роботи

Результати дисертаційної роботи впроваджено на підприємствах і організаціях, які займаються плануванням і розподілом матеріальних ресурсів, зокрема КП «Теплопостачання» (м. Одеса) – одному з найбільших в Україні підприємств з надання послуг теплопостачання. Організацією яка займається аналізом і прогнозуванням екологічної діяльності Державному управлінню охорони навколишнього природного середовища (м.Миколаїв).

Аналізом і оцінкою економічної ситуації і планування заходів у прикордонних районах України на замовлення Центру досліджень Українського прикордоння. (м.Херсон).

У дисертації представлені розробки, виконані особисто автором, з практичної реалізації наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в роботі. При цьому автор орієнтується на використанні запропонованих моделей і алгоритмів дослідження ситуацій не тільки у

виробничій сфері, а і при підготовці фахівців в Львівському державному університеті безпеки життєдіяльності. (м.Львів) (Додаток К, сторінки 370-373 дисертації).

Зауваження щодо змісту й оформленню дисертації

За змістом дисертації О.П.Гожого можна висловити наступні зауваження:

1. В роботі, в першому розділі, який присвячено системологічному аналізу проблеми планування немає аналізу сучасних методів і підходів, таких як агентний, дискретно-подійний, підхід який базується на основі системної динаміки, та підхід на основі системного моделювання. Не було розглянуто методологію ERP, і сучасну концепцію MBSE. Аналіз методів багатокритеріального аналізу та прийняття рішень також вважаю неповним. Не розглянуто методи MAC, MMP та BOCR, які на мій погляд підійшли б для вирішення задач планування, прогнозування і прийняття рішень.
2. В запропонованому «багатомодельному і багатокритеріальному підході» представлені моделі у теоретико-множинному вигляді, але не представлено взаємозв'язок моделей і послідовність моделювання та прийняття рішень.
3. На рис. 3.15 наведена загальна схема інформаційної технології оцінювання і аналізу інформації. При цьому не наведено пояснень, обґрунтувань і рекомендацій до вибору методів при вирішенні прикладних задач планування.
4. При розгляді схеми вибору моделей, на рис. 4.1, не зрозуміло як робить вибір моделі для вирішення завдань планування.
5. В розділі 4 в представлених моделях побудови структури динамічного плану в якості критеріїв вибору використано тільки невизначеності і ризику. Не представлено механізм визначення структури плану.
6. Представлений в розділі 5 метод прогнозування на основі адаптивного підходу з «комбінованим використанням регресійних та імовірнісно-

статистичних моделей у вигляді мереж Байєса» потребує більш детального опису, не представлені оцінки необхідних об'ємів вхідної інформації для визначення умовних ймовірностей, особливо в сфері планування.

7. При представленні СППР в розділі 7 не подані етапи проектування та тестування систем. Немає детального опису складу та можливостей систем, що розроблені, та ступеня їх універсальності.
8. Не зрозуміло за допомогою яких систем вирішувались прикладні задачі в розділі 7.3, 7.4.
9. У третьому, четвертому, п'ятому та шостому розділах наведені алгоритми та методи реалізації розглянутих інформаційних технологій, але нічого не сказано про їх конкретну програмну реалізацію. Судячи з публікацій [джерела 9,18,24,27 автореферату], та додатків автор це зробив, але не відзначив явно у тексті дисертації.
10. Ефективність розробленого методу побудови структури плану була би більш обґрунтована, якби автор порівняв їх з одним з численних методів, відображених в роботах інших авторів, які він проаналізував в першому розділі.
11. На мій погляд, у підсумкових висновках дисертації не знайшли відображення деякі наукові положення і результати, які можна побачити при розгляді її контексту. Форма висновків не зовсім повно відображає результати роботи.

Зміст дисертації О.П. Гожого викладено в цілому послідовно і логічно. Текст, ілюстрації та формули оформлені відповідно до встановлених вимог.

Але все ж таки потрібно відзначити наступні *зауваження не принципового характеру*:

- у вступі й в першому розділі багато дублюючої інформації, наприклад, при описі процесу планування і при формулюванні задач дисертаційного дослідження;
- при оформленні роботи є окремі помилки.

Проте ці зауваження не знижують в цілому наукову і практичну цінність дисертації.

Загальна оцінка дисертаційної роботи

На основі вивчення змісту дисертаційної роботи, автореферату і публікацій можна стверджувати наступне.

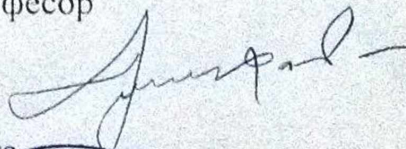
Дисертація О.П.Гожого є завершеним науковим дослідженням, де виявлена і вирішена **прикладна науково-практична проблема** підвищення ефективності планування і прийняття рішень в системах різного призначення засобами сучасних інформаційних технологій з урахуванням динаміки супутніх процесів.

В роботі отримані нові результати, що мають наукове й практичне значення для науки і техніки. Наведені в роботі науково обгрунтовані результати і положення впроваджені у різних галузях. Їх використання сприятиме розширенню науково-технічного прогресу для області планування та прийняття рішень.

Дисертаційна робота О.П.Гожого повністю відповідає вимогам п.п. 9, 10 і 12 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24.07.2013 року, а її автор, Гожий Олександр Петрович, заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології.

Офіційний опонент

завідувач кафедри інформаційних технологій і систем
Національної металургійної академії України,
Лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки,
доктор технічних наук, професор



О. І. Михальов

Підпис офіційного опонента,
доктора технічних наук, професора Михальова О. І. з а с в і д ч у ю

В.С. Шифрін

