

ВІДГУК

офіційного опонента

доктора технічних наук, професора **Алексєєва Михайла Олександровича**

на дисертацію Котова Ігоря Анатолійовича

«Автоматизація процесів антикризового диспетчерського керування енергосистемами гірничо-металургійного комплексу на основі еволюційної інкорпорації професійних онтологій»,

що подана до захисту на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.07 – «Автоматизація процесів керування»

Робота виконана на кафедрі автоматизації, комп'ютерних наук і технологій Криворізького національного університету Міністерства освіти і науки України.

1. Актуальність обраної теми наукових досліджень

У роботі розглядається актуальна проблема автоматизації процесу антикризового диспетчерського керування режимами енергосистем (ЕЕС) гірничо-металургійного комплексу.

Проаналізовані наявні науково-практичні рішення для автоматизації антикризового керування режимами ЕЕС – системи протиаварійного керування (ПАК), тренажери, експертні системи підтримки прийняття рішень (СППР). Рівень «абсолютно» автоматичного керування виключає можливість диспетчерського персоналу впливати на компоненти енергосистеми. Отже, ПАК енергосистем, крім автоматичних засобів, повинна містити засоби автоматизації, центральною ланкою яких є оперативно-диспетчерський персонал (ОДП).

ОДП може розглядатись одночасно як «слабка ланка» автоматизованої системи диспетчерського керування (АСДК) і як резерв для підвищення ефективності керування ЕЕС у кризових ситуаціях. Контроль отриманих знань і навичок ОДП проводиться на тренажерах. Однак статистика впливу «людського фактора» показує, що 20–25% порушень режиму роботи обладнання електростанцій і 30% усіх порушень в енергетиці відбуваються з вини персоналу. Близько 90% тих, хто допустили аварії, мали хороші професійні знання. Отже, використання тренажерів не вирішує повністю завдання підвищення надійності ОДП.

Засобами, які мають значні резерви зростання надійності антикризового керування ЕЕС, є засоби інтелектуалізації енергосистем. Тому в якості найбільш збалансованого і ефективного вирішення завдання автоматизації систем ПАК у комплексі АСДК ЕЕС повинні розглядатися інтелектуальні апаратно-програмні комплекси – експертні СППР.

Наявні структурні і функціональні підходи до проектування систем підтримки рішень для керування режимами енергосистем значною мірою не відповідають функціонуванню в сучасних умовах. Проаналізовано наявні методи

проектування інтелектуальних систем підтримки рішень для протиаварійного керування енергосистемами. Визначено, що бази знань характеризуються вузькою спеціалізацією, тривалим періодом розробки і несумісністю з подібними системами. Обґрунтовано необхідність створення нових інтелектуальних систем на базі еволюції інкорпорації професійних онтологій.

Проаналізований багатий вітчизняний і закордонний досвід побудови СППР у галузі керування ЕЕС. Концептуальному і формальному опису форм представлення знань у галузі керування ЕЕС присвячена велика кількість науково-практичних робіт. Проте єдина модель уніфікованого представлення професійних онтологій в СППР дотепер не розроблена. Отже, для автоматизації підтримки рішень антикризового диспетчерського керування режимами ЕЕС необхідна розробка моделей, методів, інформаційного та програмного забезпечення, заснованого на інкорпорації професійних онтологій.

У зв'язку з цим автоматизація процесу керування режимами енергосистем шляхом розробки інтелектуальної системи на базі еволюції інкорпорації професійних онтологій є практично значущою і актуальною задачею, що визначає актуальність теми роботи.

Підтвердженням актуальності також є те, що дослідження процесів керування енергосистемами гірничо-металургійного комплексу відповідають енергетичній стратегії України на період до 2035 року: «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність», що затверджена розпорядженням Кабінету міністрів України від 18 серпня 2017 року № 605-р, Державної науково-технічної програмі “Ресурсозберігаючі технології нового покоління в гірничо-металургійному комплексі”, затвердженою Законом України “Про основи державної політики у сфері науки і науково-технічної діяльності”, Плану розвитку системи передачі на 2018 - 2027 роки (НАК Укренерго).

2. Наукова новизна одержаних результатів автора полягає в наступному.

1. Зазнала подальшого розвитку математична модель інкорпорації та обробки онтологій у професійній галузі подання знань і методів корекції параметрів режимів енергосистеми в програмному комплексі підтримки рішень для автоматизації процесів антикризового диспетчерського керування енергосистемою, яка вирізняється тим, що, на відміну від відомих моделей наявних баз знань, де онтології розглядаються незалежно одна від одної, реалізує взаємну відповідність еволюційного успадкування рівнів концептів і методів їх обробки, які забезпечують єдину теоретико-множинну модель знань для всіх онтологічних рівнів із дотриманням положень подібності, що дає змогу автоматизувати проектування і застосування баз знань диспетчерського керування електротехнічним обладнанням і режимами його роботи в кризових ситуаціях;

2. Уперше запропоновано метод інтеграції онтологій у модель експлуатації експертної системи для підтримки рішень під час оперативних перемикачів у схемі мережі, керування видачею генеруючої потужності, регулювання напруги, коригування навантаження споживачів у процесі антикризового диспетчерського керування, який полягає в тому, що узагальнюється формальна система еволюційної теоретико-множинної моделі базових концептів і їх взаємозв'язків на всі рівні онтологій, формується еволюційний розвиток формально-лінгвістичних моделей рівнів онтологій, операції обробки знань виносяться за рамки інтелектуальної системи, що дає змогу будувати динамічні ланцюжки логічного висновку в інтелектуальних системах антикризового диспетчерського керування енергосистемою, чим автоматизувати прийняття рішень, які базуються на концептах лінгвістичного корпусу інструкцій щодо запобігання і ліквідації аварій;

3. Уперше запропоновано метод використання професійних концептів, які відповідають ієрархії онтологій диспетчерського керування режимами енергосистеми щодо контролю і корекції режиму енергосистеми та оперативних перемикачів з урахуванням невизначеності, який полягає в тому, що використовуються єдині формальні операції логічних висновків стосовно концептів усіх онтологічних рівнів бази знань. Здійснюється урахування невизначеності структур знань у межах однієї автоматизованої інтелектуальної системи антикризового диспетчерського керування режимами енергосистеми, що дає змогу оперативно використовувати всі форми онтологій, автоматизувати врахування стану енергосистеми, здійснювати локалізацію та ліквідацію наслідків аварій у ній;

4. Уперше запропоновано метод інтегрування структури професійної інформації про ліквідацію аварій, оперативні перемикачів, ведення переговорів, організацію ремонтів у дескриптори формальних мов рівнів еволюції онтологій подання знань, який полягає в тому, що дані контексту професійного лінгвістичного корпусу вводяться додатковим компонентом у формальні мови рівнів подання онтологій, контекстний корпус бере участь в еволюційному узагальненні рівнів бази знань, що дає змогу реалізувати кластеризацію тезауруса за ознаками технологічних порушень в енергосистемі та способів їх ліквідації, чим забезпечується автоматизація інтерпретації і застосування положень нормативної документації антикризового диспетчерського керування енергосистемою в межах контекстного кластера;

5. Удосконалено метод подання та використання інформації про антикризові диспетчерські заходи щодо контролю параметрів і корекції режиму енергосистеми, інваріантної по відношенню до специфіки завдань керування, який вирізняється тим, що базується на еволюційній ієрархії онтологій і метаправил та дає змогу реалізувати єдину спадкову структуру формальних систем знань і на цій основі

будувати універсальні комплекси автоматизації антикризового диспетчерського керування енергосистемою, реалізувати автоматизований аналіз причин аварій і відмов у роботі електротехнічного обладнання;

6. Уперше запропоновано метод упровадження математичного та програмного забезпечення системи підтримки прийняття рішень у середовище автоматизованої системи диспетчерського керування (АСДК) енергосистемою гірничо-металургійного комплексу, який полягає в тому, що спирається на нову тригерну модель і методи ядра системи прийняття рішень, а також на безпосередній зв'язок з каналами передачі даних оперативного комплексу АСДК, не потребуючи формальної підготовки інформації, застосовує різні форми декларативних і функціональних диспетчерських знань, що забезпечує автоматизацію антикризового диспетчерського керування і дає змогу в нормальному режимі роботи знизити трудові та вартісні витрати диспетчерської зміни;

7. Зазнала подальшого розвитку модель інкорпорації в професійні онтології режимних характеристик чутливості до керування багатокomпонентних об'єктів енергосистеми, яка вирізняється тим, що комплекси числових коефіцієнтів регресійних і статистичних оцінок режимів енергосистеми і відповідних їм керуючих впливів додаються в базу знань як повноцінні лінгвістичні компоненти, що дає можливість автоматизувати індукційні висновки на основі реєстрації відхилень робочих струмів, напруг або частоти в системі, спрацьовування засобів релейного захисту і протиаварійної автоматики, чим підвищити ступінь автоматизації системи антикризового диспетчерського керування, яка забезпечує приріст надійності оперативно-диспетчерського персоналу при ліквідації аварії з урахуванням втоми;

8. Зазнав подальшого розвитку метод оцінки технічної та економічної ефективності системи підтримки рішень, який вирізняється тим, що вперше запропоновані показник оцінки абсолютної ефективності професійного онтологічного тезауруса як різниця з накопиченням між робочим лінгвістичним корпусом і загальним, або професійним тезаурусом, показник відносної ефективності як відношення показника оцінки абсолютної ефективності до об'єму робочого лінгвістичного корпусу, показник інтегральної ефективності як відношення кутів нахилу апроксимуючих регресій змін загального тезауруса і тезауруса професійних аббревіатур і сленгу; враховується ефективність дуального комплексу «оператор – програмна система», запропонований новий підхід до оцінки економічної ефективності, заснований на розрахунку відверненого збитку від упровадження в АСДК комплексу «оператор – програмна система» з урахуванням підвищення ступеня надійності функціонування диспетчерської зміни, що дає можливість інтегральної оцінки ефективності програмного забезпечення, професійної бази знань і диспетчерського персоналу.

3. Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій.

Наукові положення, результати досліджень і рекомендації є повністю обґрунтованими і достовірними, що підтверджується логікою постановки цілей та завдань досліджень, коректним використанням наступних апробованих методів системного аналізу, наукового узагальнення та систематизації, теорії штучного інтелекту і експертних систем, формальних систем і формальних мов, теорії графів, теорії імовірності, математичного апарату нечіткої логіки та нечітких множин, методів алгоритмізації, комп'ютерного моделювання, теорії автоматів, комп'ютерного моделювання, реляційних і нереляційних баз даних, електричних мереж, які забезпечують задовільний збіг результатів теоретичних досліджень, експериментальних випробувань та комп'ютерного моделювання.

4. Наукове й практичне значення роботи. Значення результатів роботи для науки полягає у створенні теоретичної бази для автоматизації інтелектуальних процесів антикризового керування аварійними режимами енергосистем гірничо-металургійного комплексу, а саме – розробці нових математичних моделей, методів та алгоритмів еволюційної інкорпорації професійних онтологій антикризового диспетчерського керування, в створенні підходів до впровадження математичного та програмного забезпечення системи підтримки прийняття рішень у середовищі діючої АСДК енергосистемою гірничо-металургійного комплексу, який спирається на безпосередній зв'язок із каналами передачі даних оперативного комплексу АСДК, не потребуючи формальної підготовки інформації.

Практична цінність роботи полягає у створенні інтелектуальної системи автоматизації процесів антикризового диспетчерського керування енергосистемами гірничо-металургійного комплексу, що забезпечує надійне функціонування диспетчерського персоналу та реалізацію нормативно обґрунтованих керуючих впливів, а саме:

- удосконаленні математичної моделі інкорпорації та обробки онтологій професійної галузі в програмному комплексі підтримки рішень для автоматизації процесів антикризового диспетчерського керування енергосистемою, яка реалізує взаємну відповідність еволюційного успадкування рівнів концептів і методів їх обробки, що дає можливість автоматизувати проектування і застосування баз знань диспетчерського керування електротехнічним обладнанням у кризових ситуаціях;

- розробленні методу інтеграції онтологій у модель експлуатації експертної системи для підтримки рішень під час оперативних перемикань у схемі мережі, керування видачею генеруючої потужності, регулювання напруги, коригування навантаження споживачів у процесі антикризового

диспетчерського керування. Сутність методу в узагальненні формальної системи еволюційної теоретико-множинної моделі базових концептів і їх взаємозв'язків на всі рівні онтологій, що дає змогу будувати динамічні ланцюжки логічного висновку в інтелектуальних системах антикризового диспетчерського керування енергосистемою;

- розробленні методу використання професійних концептів, які відповідають ієрархії онтологій диспетчерського керування режимами енергосистеми щодо контролю, корекції режиму енергосистеми і оперативних перемикачів. У методі застосовуються єдині формальні операції логічних висновків по відношенню до концептів усіх онтологічних рівнів бази знань і враховуються невизначеності структур знань у межах однієї автоматизованої інтелектуальної системи антикризового диспетчерського керування режимами енергосистеми;

- розробленні методу інтегрування структури професійної інформації про ліквідацію аварій. Метод забезпечує автоматизацію інтерпретації та застосування положень нормативної документації антикризового диспетчерського керування енергосистемою в межах контекстного кластера. Практична ефективність професійного інструктивного диспетчерського тезауруса становить 65,82%, а тезауруса аббревіатур і сленгу – 81,81%;

- удосконаленні методу подання та використання інформації про антикризові диспетчерські заходи щодо контролю параметрів і корекції режиму енергосистеми, який дає змогу реалізувати єдину спадкову структуру формальних систем знань і на цій основі будувати універсальні комплекси автоматизації антикризового диспетчерського керування енергосистемою. Упровадження та експлуатація розробленої СППР енергосистеми сприяє зниженню трудових і вартісних витрат у розрахунку на одну зміну диспетчерського персоналу в 1,8 разу та абсолютному скороченню вартісних витрат на 116 тис. грн на одну зміну диспетчерів;

- розробленні методу упровадження математичного та програмного забезпечення системи підтримки прийняття рішень у середовище діючої АСДК енергосистемою гірничо-металургійного комплексу, який спирається на безпосередній зв'язок із каналами передачі даних оперативного комплексу АСДК, не потребуючи формальної підготовки інформації. Оперативні характеристики диспетчерського персоналу разом із СППР, підвищилися на 20,29 %, інтенсивність відмов диспетчерських змін скоротилася на 22,92 %;

- удосконаленні моделі інкорпорації в професійні онтології режимних характеристик чутливості до керування багатокomпонентних об'єктів енергосистеми. Це дає можливість автоматизувати індукційні висновки на основі реєстрації відхилень робочих струмів, напруг або частоти в системі,

спрацьовування засобів релейного захисту і протиаварійної автоматики, чим підвищується ступінь автоматизації системи антикризового диспетчерського керування. При ліквідації кризових ситуацій практичний приріст надійності диспетчерського персоналу від використання СППР сягнув 37,2 %. Застосування СППР забезпечує приріст часу безперервної експлуатації зміни диспетчерів при надійній ліквідації аварії до 1,5 року;

- удосконаленні моделі оцінки технічної та економічної ефективності системи підтримки рішень. Розроблені: показник відносної ефективності як відношення показника оцінки абсолютної ефективності до об'єму робочого лінгвістичного корпусу; показник інтегральної ефективності як відношення кутів нахилу апроксимуючих регресій змін загального тезауруса і тезауруса професійних аббревіатур і сленгу. Запропоновано новий підхід до оцінки економічної ефективності, заснований на розрахунку відверненого збитку і з урахуванням підвищення ступеня надійності диспетчерської зміни. Умовний розрахунковий збиток від недовідпуску електроенергії скоротився на 67,14 %.

Результати дисертації використовуються на промислових підприємствах (Державному підприємстві «Державний інститут по проектуванню підприємств гірничо-рудної промисловості “Кривбаспроект”», ТОВ «НВК Криворіжелектромонтаж»), у навчальному процесі при читанні лекцій, проведенні практичних і лабораторних робіт, підготовці курсових і дипломних робіт для студентів спеціальностей 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, 122 – Комп'ютерні науки кафедри автоматизації, комп'ютерних наук і технологій КНУ з таких дисциплін: «Системи підтримки прийняття управлінських рішень», «Автоматизовані системи організаційного управління», «Ідентифікація та моделювання об'єктів автоматизації», «Людино-машинні інтерфейси», «Проектування систем автоматизації», «Комп'ютеризовані системи управління», «Системи штучного інтелекту».

5. Оцінка змісту дисертації, її завершеності.

Дисертаційна робота Котова І.А. є завершеною працею, в якій вирішена важлива наукова-технічна проблема автоматизації процесів диспетчерського антикризового керування енергосистемами гірничо-металургійного комплексу створенням інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень на основі моделей, методів і засобів еволюції інкорпорації професійних онтологій.

Дисертація включає: вступ, 6 розділів, висновки, список використаних літературних джерел, додатки. Загальний обсяг роботи складає 449 сторінок, з них основна частина – 286 сторінок, список використаних джерел із 389 найменувань. Робота містить 100 рисунків і 31 таблицю.

У вступі обґрунтовано актуальність роботи та її зв'язок з науково-дослідними програмами. Визначено мету і завдання досліджень,

охарактеризовано наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів. Сформульовано об'єкт і предмет дослідження, розкрито методи досліджень, доведено обґрунтованість і достовірність отриманих наукових результатів.

У першому розділі проведено аналіз організаційно-технічної структури електроенергетичного комплексу України. Такий складний технічний комплекс, як електроенергетичні системи, потребує розвиненого оперативного диспетчерського керування (ОДК). Автором показано, що ОДК в сучасних складних соціально-економічних умовах потрібно глибоко модернізувати. Сформульовані задачі роботи. Розділ відповідає встановленим нормам оформлення дисертації, складаючи менше 20% від обсягу основної частини роботи.

У другому розділі розроблені математичні моделі інкорпорації та обробки онтологій професійній галузі процесів антикризового диспетчерського керування енергосистемою. За основу прийнято загальну формальну модель онтології, в основу якої покладено запропоновану автором модель лінгвістичного концепту і моделей його інтерпретації. Розроблені формальні структурно-логічні моделі факту, семантичної мережі, продукції. Отримані моделі сприяли побудові відповідних формальних моделей онтологій, які утворюють еволюційну архітектуру. Отримані моделі дають змогу автоматизувати проектування баз знань диспетчерського керування електротехнічним обладнанням і режимами його роботи в кризових ситуаціях.

У третьому розділі розроблений метод інтеграції онтологій у модель експлуатації експертної системи для підтримки рішень під час під час антикризових диспетчерських заходів. Формальна система еволюційної теоретико-множинної моделі базових концептів і їх взаємозв'язків узагальнюється на всі рівні онтологій на основі маркування сигнального графа структури знань. Метод передбачає узагальнення врахування невизначеності на всі рівні ієрархії онтологій.

Четвертий розділ присвячено теоретичній розробці математичної моделі програмних контролерів і методів алгоритмізації реактивного функціонування комплексу підтримки прийняття рішень. Розроблено метод інтегрування структури професійної інформації про ліквідацію аварій на основі моделі міварного інформаційного простору з урахуванням контексту професійного лінгвістичного корпусу. Розроблено модель одиничного онтологічного міvara. Сформовано моделі формальних операцій керування онтологічними концептами. Розроблений метод дає змогу реалізувати алгоритмізацію процедур обробки онтологій бази знань, застосувати єдину спадкову структуру операцій обробки знань диспетчерського керування енергосистемою, реалізувати автоматизований аналіз причин аварій у роботі електротехнічного обладнання.

П'ятий розділ присвячено розробці структурно-логічної тригерної моделі, методів, інформаційного та програмного забезпечення ядра системи підтримки прийняття рішень і схеми її впровадження в середовище автоматизованої системи диспетчерського керування. В основу тригерної моделі покладено автоматну функціональну модель програмного комплексу СППР з множиною операційних станів. Введено формальні моделі програмного тригеру і транзакції. Розроблений метод забезпечує подієве функціонування програмної системи і автоматизацію антикризового диспетчерського керування.

Розділ шостий присвячено розробці методів оцінки технічної і економічної ефективності програмного забезпечення інтелектуальної автоматизованої системи антикризового диспетчерського керування енергосистемами гірничо-металургійного комплексу на основі інтеграції рівнів професійних онтологій. Удосконалені моделі інкорпорації в професійні онтології режимних характеристик чутливості до керування багатокomпонентних об'єктів енергосистеми гірничо-металургійного комплексу. Удосконалено метод оцінки технічної і економічної ефективності системи підтримки рішень, який використовує три показники ефективності професійного тезауруса – показник оцінки абсолютної ефективності професійного онтологічного тезауруса, показник відносної ефективності, показник інтегральної ефективності.

Можна відмітити, що зміст дисертації відрізняється повнотою, основні його положення, висновки і рекомендації в достатній мірі обґрунтовані, робота є завершеною науковою працею й оформлена відповідно до вимог МОН України. Матеріали захищеної раніше дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук не повторюються.

6. Повнота викладу в опублікованих працях

Основні наукові положення і результати дисертації опубліковані в 60 наукових працях. З них 1 монографія, 21 стаття в наукових фахових виданнях України та іншої держави (зокрема 4 статті у виданнях, які індексуються в міжнародних наукометричних базах Scopus і Web of Science), 1 стаття в закордонному науковому виданні, 24 публікації у збірниках тез наукових конференцій, 12 наукових праць, які додатково відображають наукові результати дослідження. Новизна основних положень дисертації підтверджена 1 патентом України на корисну модель.

Результати досліджень доповідалися на 24 вітчизняних та міжнародних науково-технічних і науково-практичних конференціях та симпозіумах, які проходили з 1991 до 2021 року.

7. Відповідність змісту дисертації та автореферату встановленим вимогам.

Зміст дисертації Котова І.А. відповідає спеціальності 05.13.07 – автоматизація процесів керування. Автореферат повною мірою відображає основні положення, висновки і рекомендації, наведені у дисертації. Зміст автореферату відповідає змісту дисертації. За структурою, обсягом і оформленням дисертація і автореферат відповідають вимогам, що ставляться до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук. Якість оформлення автореферату та дисертації висока. Обсяг, кількість і джерела публікацій, в основному, відповідають діючим вимогам до докторських дисертацій.

Зміст розділів автореферату дає повне й цілісне уявлення про дисертацію, та у повній мірі розкриває її зміст. Матеріали, які викладені в авторефераті на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, свідчать про те, що результати наукових досліджень, за якими здобувач захищав кандидатську дисертацію, не винесені на захист докторської дисертації.

8. До зауважень та недоліків слід віднести наступне.

1. У роботі слід було б скоротити виклад загальновідомих фактів та положень. Наприклад, на сторінках 95 – 100.

2. На стор. 233 (п. 4.3.5) запропоновано використання терміна "тригер" як синоніму терміну "метаправило". Однак, використання терміна «тригер» вимагає більш серйозного обґрунтування.

3. У роботі використовується термін «дошка оголошень» як структура даних (с. 102, 109, 115 тощо), однак не пояснюються повно принципи її роботи та роль у функціонуванні бази знань.

4. У роботі на с.136 вводиться поріг чутливості вузла сигнального графа до вхідного сигналу. Однак, слід було б дати аналіз та можливості застосування різних порогових функцій.

5. Декілька рисунків (наприклад, - 3.2, 3.12, 3.13, 3.14) перевантажені формулами, які важко сприймаються. Варто було б пояснювати формули в тексті роботи.

6. У роботі немає доказів ефективності використання мінварного онтологічного простору. Треба було б довести, у чому полягає користь від застосування обраної даної структурно-логічної математичної моделі.

7. У роботі введено новий компонент математичної моделі лінгвістичних концептів – контекст професійної галузі. Проте, урахування контексту через індекси класів висловлювань значно ускладнює сприйняття і використання формул, наприклад – (2.2), (2.3), (2.6). Треба було б знайти іншу форму математичних виразів для врахування контексту.

8. У дисертації всі моделі форм представлення знань базуються на понятті атомарного висловлювання чи атомарного лінгвістичного концепту. Однак у роботі не зазначено критерії, на підставі яких формуються ці концепти. Хто і на якому етапі приймає рішення щодо формування словника атомарних концептів?

9. В роботі (с. 332, 333) розглядаються три типи надійності оперативно-диспетчерського персоналу. Однак, не враховуються ступені впливу різних типів надійності на розрахунок результуючої надійності.

10. При формуванні матриці планування розрахункового експерименту (с. 396) було обрано два рівні варіювання факторів, що призводить до лінійної регресійної моделі. У роботі не пояснюється, чи достатня точність лінійної моделі для оцінки величин управляючих впливів?

Вказані зауваження мають переважно уточнюючий характер або стосуються напрямів подальшого вдосконалення отриманих результатів і не знижують загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи.

Загальний висновок

Дисертаційна робота Котова Ігоря Анатолійовича «Автоматизація процесів антикризового диспетчерського керування енергосистемами гірничо-металургійного комплексу на основі еволюційної інкорпорації професійних онтологій», що подана на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук, є закінченою науково-дослідною роботою, спрямованою на вирішення важливої наукової проблеми автоматизації процесів диспетчерського антикризового керування енергосистемами гірничо-металургійного комплексу створенням інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень на основі моделей, методів і засобів еволюції інкорпорації професійних онтологій.

У виконаній роботі отримані нові важливі науково-практичні результати методологічного, теоретичного та інформаційного характеру, які підтверджені розрахунковими, обчислювальними та практичними експериментами, а також впроваджені на декількох підприємствах. Дослідження у дисертаційній роботі здобувача виконані на сучасному методологічному та науковому рівнях, ґрунтуються на базових положеннях сучасних теорій системного аналізу, автоматичного керування, штучного інтелекту, експертних систем, формальних систем і формальних мов, графів, теорії імовірності, апараті нечіткої логіки та нечітких множин.

Вважаю, що за актуальністю, науково-технічною новизною та практичним значенням отриманих результатів дисертаційна робота відповідає паспорту спеціальності 05.13.07 - «Автоматизація процесів керування», та вимогам «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого КМУ від 24.07.2013 р. №567 щодо докторських дисертацій, а її автор Котов Ігор Анатолійович заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук.

Офіційний опонент
доктор технічних наук, професор
декан факультету інформаційних технологій
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»



М.О. Алексеев



Відомості надійшли 09.12.2021
учений секретар

Підпис д-ра техн. наук, проф. Алексеева М.О.
«ЗАСВІДЧУЮ»

Вчений секретар

Національного технічного університету
«Дніпровська політехніка»




Т.М. Калюжна