ВІДГУК

офіційного опонента, доктора технічних наук, професора
Додонова Олександра Георгійовича

на дисертаційну роботу Борукаєва Зелімхана Харитоновича «Математичні та комп'ютерні моделі процесів вдосконалення механізмів функціонування і розвитку систем організаційного управління», подану на здобуття вченого ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи

1. Актуальність теми дисертації, її зв'язок з науковими програмами і планами.

Зростання розмірності задач управління в складних організаційно-технічних системах (ОТС), таких як глобальні системи у промисловості, міжнародні транспортні системи, енергетичні системи та ін., унеможливлює ефективне застосування класичної теорії управління і потребує нових підходів до розв'язання управлінських задач, автоматизації процесів управління, запровадження комп'ютеризованих засобів підтримки діяльності осіб, що приймають рішення. Системи організаційного управління (СОУ) таких ОТС реалізують багатофазний процес переробки інформації, прийняття рішень, напрацювання і реалізації управлінських дій для досягнення поставлених цілей.

Організаційне управління спирається на сукупність процесів, методологій, метрик, программного забезпечення і спрямоване на комплексну оцінку характеристик об'єкта управління у зовнішньому середовищі. Методики та процеси управління підтримуються різноманітними проблемно-орієнтованими інформаційними технологіями. Сукупність організаційної структури і механізмів функціонування - набіру правил, процедур, алгоритмів, що забезпечують досягнення поставленої мети із залученням до цього необхідних ресурсів, утворюють СОУ.

Кожна СОУ є певною мірою унікальною, проте управлінські процеси, що в ній реалізуються однакові для будь-якої СОУ. Тому необхідно мати можливість налаштування моделюючих засобів згідно з вимогами конкретної предметної сфери. Ефективність автоматизованих елементів СОУ і самої СОУ можна оцінювати за якістю, своєчасністю та обґрунтованістю прийнятих управлінських рішень. Вибір методів організаційного управління має враховувати умови жорсткого конкурентного зовнішнього середовища, наявність локальних цілей у складових системи, певну невизначеність й непередбачуваність впливів зовнішнього середовища, що можуть призвести до порушень у функціонуванні об'єкта управління.

Тому представляється актуальною тема рецензованої дисертаційної роботи, об'єктом дослідження якої є процеси функціонування та розвитку складних багаторівневих систем організаційного управління, предметом дослідження – математичні та комп'ютерні моделі процесів прийняття рішень, з формування та вдосконалення механізмів функціонування складних багаторівневих організаційних систем, а основною метою досліджень якої є удосконалення методів математичного та комп'ютерного моделювання

Вх 136
22.06.18

процесів прийняття рішень у складних багаторівневих СОУ в напрямку підвищення їх продуктивності.

Як випливає з представлених матеріалів, постановка наукових і практичних завдань у роботі визначалась тематикою досліджень, які проводились в Інституті проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України відповідно до плану науково-дослідних робіт НАН України в межах фундаментальних і прикладних держбюджетних тем: «Інформаційно-аналітична система моніторингу енергоринку України», шифр «Система», державний реєстраційний № 0101U004675; «Інформаційно-аналітична система моніторингу енергоефективності при генеруванні, передачі та споживанні електричної енергії», шифр «Енергія», державний реєстраційний № 0104U000903; «Розробка комп'ютерної моделі енергоринку на основі застосування теоретико-ігрових засобів моделювання», шифр «Енергоринок», державний реєстраційний № 0106U012551; «Комп'ютерні моделі оперативного планування поставок електроенергії на оптовому ринку», шифр «Енергія 1», державний реєстраційний № 0109U008563; «Розвиток теорії, розробка нових методів і засобів математичного та комп'ютерного моделювання енергетичних і енергоємних об'єктів, систем і установок», шифр «Модель», державний реєстраційний № 0107U001945; «Моделювання динаміки енергоринку в умовах зміни цін на пов'язаних ринках енергоносіїв», шифр «Баланс», державний реєстраційний № 0113U001086.

2. Структура роботи. Представлена робота складається зі вступу, семі розділів, висновків, списку використаних джерел та 5 додатків. В додатках наведено список опублікованих праць за темою дисертації, документи щодо впровадження та практичного використання результатів роботи, деякі приклади розроблених в роботі схем розрахунків, параметрів обчислень та вихідних форм документів автоматизованої системи розрахунків платежів суб'єктів оптового ринку електричної енергії (ЕЕ).

У розділі 1 роботи проведений аналіз публікацій з розвитку системних досліджень процесів організаційного управління в складних ОТС і сучасного стану досліджень науково-прикладної проблеми математичного та комп'ютерного моделювання процесів організаційного управління.

Аналіз публікацій, пов'язаних з проблемою дослідження складних ОТС, показує, що основна увага в них приділяється питанням проектування структур багатокомпонентних ОТС, моделювання механізмів управління при вирішенні задач планування розвитку ОТС, мотиваційного управління та розробки систем стимулювання суб'єктів.

Питання ж, які пов'язані з процесами вдосконалення механізмів функціонування та розвитку СОУ, вирішенням задач аналізу та синтезу таких механізмів, практично не розглядаються. Очевидно, що це пов'язано з тим, що для вирішення подібного класу задач необхідна детальна інформація про процеси функціонування конкретних СОУ та ОТС в цілому.

З огляду на викладене вище, в роботі було обрано напрямок досліджень, який пов'язаний з вирішенням науково-прикладної проблеми математичного та комп'ютерного моделювання процесів вдосконалення механізмів

функціонування та розвитку СОУ на прикладі складної ОТС - об'єднаної електроенергетичної системи (ОЕЕС).

Проведено аналіз стану досліджень процесів організаційного управління в енергетиці, аналіз функціонування і розвитку СОУ оптового ринку електроенергії (ОРЕ). Наведено структура і склад елементів багаторівневої СОУ ОРЕ. наведено опис особливостей організаційної, технологічної та інформаційної взаємодії суб'єктів енергоринку.

У розділі 2 запропоновано теоретико-ігровий підхід до побудови дескриптивних моделей процесів прийняття рішень складних багаторівневих СОУ з урахуванням реальних особливостей організаційної, технологічної та інформаційної взаємодії їх суб'єктів на прикладі діючої в Україні СОУ ОРЕ, в межах якого:

- визначено структуру рівнів СОУ та сформулювано цілі, співпадаючі та суперечливі інтереси суб'єктів - гравців, які призводять до конфліктних ситуацій, стратегії їх досягнення як окремих гравців одного рівня, так і створених ними коаліцій;
- розроблено спосіб математичного опису процесів коаліційної ігрової взаємодії суб'єктів багаторівневої структури СОУ, у вигляді сукупності множин гравців, їхніх інтересів, стратегій, а також множин коаліцій та їхніх інтересів, стратегій у конфліктних ситуаціях;
- розроблено спосіб побудови математичних дескриптивних теоретико-ігрових моделей процесів прийняття рішень, побудовано моделі рівнів споживачів, постачальників, виробників електроенергії, модель рівня СОУ, загальну модель СОУ у вигляді багаторівневої кооперативної ігри, що описує коаліційну взаємодію гравців;
- визначено функції виграшу гравців і коаліцій, створених у виділених рівнях, якими оцінюються результати вирішення кооперативної гри.

У розділі 3 на основі використання прийнятих припущень побудовано трирівневі дескриптивні моделі сегментів ринку – оптового ринку за участю як основних гравців виробників, оптових постачальників ЕЕ та верхнього рівня СОУ ринком, а також оптово-роздрібного ринку, гравцями якого є оптові, роздрібні постачальники та верхній рівень СОУ ринком.

Розроблено процедури формування оптимального рішення багаторівневих кооперативних ігор – моделей сегментів ринку, аналізу моделей для визначення діапазонів обмежень у змінах компонентів вектору стану управління.

Компоненти вектора кількісно та якісно відображають характеристики показників його функціонування у визначений момент часу для формування взаємоузгоджених, прийнятних для учасників ринку варіантів змін до механізмів функціонування ринку.

У розділі 4 побудовано моделі для розрахунку деяких важливих для СОУ ОРЕ компонентів вектору стану управління, а саме: для планування компонентів стану управління, контролю матеріального балансу ресурсів, обсягів виробництва та фінансового балансу отримання й розподілу доходів від реалізації продукції між суб'єктами.

Побудовано модель для планування оптимального торгового диспетчерського графіка електричного навантаження для сегмента ринку на добу наперед для визначення компоненти управління – оптової ціни купівлі ЕЕ, що відрізняється від відомих моделей використанням критерію оптимальності - мінімум витрат на виробництво ЕЕ генеруючими компаніями енергосистеми.

Побудовано модель ОРЕ для вирішення задач аналізу та оцінки впливу впровадження нових або вдосконалення існуючих механізмів функціонування ОРЕ на розподіл платежів його суб'єктів, яка зв'язує балансовими співвідношеннями фізичні процеси виробництва, передачі та споживання електроенергії та фінансові процеси формування цінових показників і обчислення платежів суб'єктів ринку на основі даних комерційного обліку та відтворення всіх розрахунково-технологічних процесів відповідно до діючих Правил ринку.

У розділі 5 роботи побудовано математичні моделі, які призначені для використання Регулятором ринку. Модель динаміки прибутку суб'єктів організаційної системи, а також модель для визначення ключового показника функціонування ОРЕ - прогнозної оптової ціни купівлі електроенергії у виробників з урахуванням зміни цін на ринках енергоносіїв.

Для побудови моделі розрахунку прогнозної оптової ціни купівлі електроенергії виконано збір, обробку та подання даних про зміни цін на електроенергію й основні енергоносії - енергетичне вугілля, природний газ, топковий мазут за період 2011-2013 гг. у вигляді таблиць, графічних залежностей. Розроблено інформаційно-методичне середовище, в вигляді таблиць даних в Microcoft Excel, бази моделей і моделюючих алгоритмів для побудови комп'ютерної моделі аналізу динаміки оптової ціни покупки ЕЕ на ОРЕ.

Проведено аналіз динаміки цін на ЕЕ, динаміки балансів відпуску виробниками ЕЕ, цін на енергоносії, балансів споживання енергоносіїв, аналіз взаємозв'язку даніх динаміки цін на ЕЕ й енергоносії. Встановлено залежність оптової ціни купівлі ЕЕ, не тільки від змін цін на енергоносії, а й від структури виробництва ЕЕ.

У розділі 6 розглядається розробка інформаційно-технологічного забезпечення підготовки первинної інформації та використання комп'ютерних моделей процесів вдосконалення механізмів функціонування СОУ на основі застосування метода об'єктно-орієнтованого моделювання на прикладі розробки інформаційно-методичного середовища побудови комп'ютерної моделі моніторингу енергоефективності електроенергетичного виробництва.

Розроблено: єдину уніфіковану систему опису суб'єктів СОУ, процесів прийняття рішень, єдину систему класифікаторів і довідників даних про об'єкти ОТС і суб'єкти СОУ, уніфіковану структуру зберігання даних;

- уніфіковані системи збору, перевірки достовірності, достатності, надлишковості даних реального часу, що характеризують стан об'єкта, що досліджується;

- процедури побудови організаційної, концептуальної, інформаційної та функціональної складових часток комп'ютерних моделей, які забезпечують

адекватне подання процесів організаційного управління з урахуванням реальних взаємовідносин між суб'єктами СОУ, аналізу, інтерпретації та візуалізації результатів моделювання;

методичне забезпечення у вигляді багаторівневої системи показників, які характеризують стан енергоефективності процесів виробництва, передачі та споживання ЕЕ.

Розглядається базовий програмний комплекс, побудований на принципах декомпозиції та структурований по підсистемах, які відображають стадії реалізації функціональних завдань комп'ютерної моделі.

У розділі 7 розглядається побудова імітаційної комп'ютерної моделі ОРЕ, яка призначена для аналізу процесів функціонування СОУ ОРЕ, для вирішення задач оцінки впливу впровадження нових або вдосконалення існуючих механізмів функціонування ОРЕ.

Показано, що модель відтворює розрахунково-технологічні процеси формування цінових показників та обчислення платежів суб'єктів ринку. На її основі було розроблено та впроваджено на Державному підприємстві «Енергоринок» автоматизовану систему розрахунків платежів суб'єктів ОРЕ. Наведено приклад розрахунків обсягів купівлі-продажу електроенергії на оптовому ринку, аналізу результатів розрахунків.

Побудована нейросіткова модель для вирішення задач прогнозування показників функціонування ОРЕ. Для оцінки якості прогнозування використовується показник MAPE (Mean Absolute Percentage Error).

Проведено дослідження аналізу впливу факторів зміни ціни на енергоносії та змін у структурі виробництва електроенергії на прогноз оптової ціни купівлі. Показано, що він оцінюється в межах у 5-10% для обох факторів. Тобто, прогноз тренда динаміки оптової ціни купівлі електроенергії, за даними 2011-2013 рр. можна виконувати без урахування прямого впливу цін на енергоносії та структури виробництва на величину оптової ціни. Встановлено, що на оптову ціну купівлі електроенергії більшою мірою впливає рішення Регулятора ОРЕ.

У **висновках** викладені основні теоретичні та практичні результати роботи.

3. Наукова новизна дисертації.

Наукова новизна відображена у наступних отриманих результатах.

1. Запропоновано підхід до побудови дескриптивних теоретико-ігрових моделей процесів прийняття рішень з вдосконалення механізмів функціонування складних багаторівневих СОУ на прикладі ОТС діючого в Україні ОРЕ. У межах якого: визначені рівні системи організаційного управління енергоринку, сформульовані цілі, співпадаючі та суперечливі інтереси, стратегії як окремих гравців одного рівня, так і різних рівнів; розроблений єдиний спосіб математичного опису процесів ігрової взаємодії суб'єктів енергоринку, в тому числі й слабко формалізованих; побудовано однорівневу базову теоретико-ігрову модель енергоринку, на основі застосування якої отримані моделі для всіх виділених рівнів коаліційної взаємодії гравців: споживачів, постачальників, виробників, СОУ ринка;

побудовано загальну дескриптивну багаторівневу модель енергоринку, що описує коаліційний характер рівневих та міжрівневих взаємовідносин гравців у конфліктних ситуаціях та враховує взаємозв'язок енергоринку з іншими ринками та еколого-економічною системою; визначено функції виграшу гравців і коаліцій, утворених у виділених рівнях ринку, якими оцінюються результати вирішення конфліктних ігрових ситуацій; розроблено процедуру формування оптимального рішення багаторівневих кооперативних ігор - моделей сегментів ринку, аналізу моделей для визначення діапазонів обмежень у змінах компонентів стану управління.

Ці розробки відрізняються від відомих, тим що дають можливість, коли гравці СОУ та утворені ними коаліції мають суперечливі інтереси та різні стратегії їх досягнення в конфліктних ситуаціях, визначити оптимальне рішення кооперативної гри у вигляді прийнятних для учасників ринку варіантів змін до механізмів функціонування ринку для подальшого їх узгодження.

2. Отримала подальший розвиток теорія систем організаційного управління в частині побудови математичних моделей процесів прийняття рішень щодо вдосконалення механізмів функціонування та розвитку СОУ, а саме: для розрахунку компонентів стану управління з урахуванням зміни цін на ринках ресурсів виробництва продукції; контролю матеріального балансу ресурсів, обсягів виробництва та фінансового балансу отримання й розподілу доходів від реалізації продукції між суб'єктами.

Ці розробки відрізняються від відомих, тим що дають можливість при розрахунку планованих показників функціонування ОРЕ, враховувати динаміку цін на енергоносії і особливості структури виробництва ЕЕ.

3. На основі застосування методу об'єктно-орієнтованого моделювання складних СОУ розроблено єдине інформаційне середовище для складання математичних описів досліджувальних об'єктів, побудови концептуальних і інформаційних моделей суб'єктів СОУ, та визначення на їх основі структурної, функціональної та алгоритмічної організації комп'ютерних моделей процесів вдосконалення механізмів їх функціонування.

Розроблено методичне середовище, яке забезпечує розробку, функціонування і вдосконалення всієї сукупності алгоритмів розв'язання розрахунково-технологічних та аналітичних завдань, логічно та інформаційно взаємозалежних між собою за цільовим призначенням, розрахунковими вхідними та вихідними даними. А, саме, рішення задач: моделювання процесів прийняття рішень: в багаторівневих СОУ; моделювання багаторівневої коаліційної взаємодії суб'єктів СОУ; моніторингу стану процесів функціонування СОУ, контролю стану інформативних компонентів управління; аналізу і прогнозу розвитку обстановки у взаємодіючих з СОУ ринках ресурсів, соціально-економічної та екологічної системах.

Перелічений комплекс засобів інформаційно-технологічного забезпечення, взаємопов'язаних математичних моделей, моделюючих алгоритмів їх реалізації утворює інформаційно-методичне середовище для підготовки й використання моделюючих систем, призначених для вирішення задач моделювання процесів прийняття рішень в напрямку підвищення їх

продуктивності, щодо вдосконалення механізмів функціонування та розвитку СОУ.

Інформаційно-методичне середовище відповідає сучасним вимогам до сумісності всіх його складових, до функціональності засобів інформаційно-технологічного та програмного забезпечення.

4. Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, таке інформаційно-методичне середовище дозволило розробити імітаційну комп'ютерну модель ОРЕ, яка відповідно до діючих Правил ринку відтворює всі процеси організаційної, технологічної та інформаційної взаємодії суб'єктів ОРЕ. Модель ОРЕ забезпечує підвищення продуктивності процесів прийняття рішень за рахунок можливості вирішення задач багатоваріантного аналізу та порівняльної оцінки впливу впровадження нових або вдосконалення існуючих механізмів функціонування ОРЕ на розподіл платежів його суб'єктів. На основі її застосування розроблено та впроваджено в промислову експлуатацію автоматизовану систему розрахунків платежів суб'єктів ОРЕ України на Державному підприємстві «Енергоринок», що підтверджується відповідними документами.

5. Обгрунтованість наукових положень, висновків сформульованих в дисертаційної роботі, їх достовірність і новизна обумовлені коректним використанням сучасних методів теорії систем організаційного управління, теоретико-ігрового та об'єктно-орієнтованого моделювання складних багаторівневих СОУ, розрахунковими дослідженнями запропонованих математичних моделей шляхом рішення тестових і практичних задач.

6. Зауваження.

1. Назва дисертації значно ширша ніж те, що в ній розглядається.

У роботі розглядається тільки оптовий ринок електроенергії, тому доцільно було б це відобразити в назві.

2. В роботі не визначені функції, задачі і організація функціонування системи організаційного управління оптовим ринком електроенергії , тому не зрозуміло які механізми чому і яким чином вдосконалюються та розвиваються.

3. А ні в авторефераті, а ні в самій дисертації не вказано які моделі призначені для вдосконалення, а які для розвитку механізмів функціонування СОУ.

4. Четвертий розділ присвячений розгляду математичних моделей процесів функціонування СОУ, але самі процеси не описані, а наведені окремі розрахункові задачі не дають відповіді на те, як вони впливають на функціонування СОУ.

5. В роботі не показано яким чином регуляторні механізми впливають на функціонування СОУ.

6. Дисертаційна робота значно виграла б, якби була розроблена схема інформаційно-логічної взаємодії компонентів СОУ оптового ринку електроенергії.

7. У дисертаційній роботі не сформульовані обмеження застосовності запропонованої комп'ютерної системи моделювання. Чи можна її в такому випадку вважати універсальною, придатною для побудови імітаційних моделей ОТС будь-якої складності?

7. Висновки. Висловлені вище зауваження не змінюють загальної позитивної оцінки рецензованої наукової роботи. В цілому дисертація відрізняється комплексним підходом до вирішення науково-прикладної проблеми підвищення продуктивності процесів прийняття рішень в складних багаторівневих СОУ, високим науковим рівнем, має важливе теоретичне та практичне значення. Висновки дисертації досить обґрунтовані та достовірні. Публікації автора роботи відображають основні наукові результати дисертації та відображають достатньо високий рівень проведених досліджень. Їх апробація підтверджується обговоренням на багатьох, в тому числі і міжнародних, науково-технічних конференціях. Зміст роботи, об'єкт і предмет дослідження, основні теоретичні результати відповідають спеціальності 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи.

Автореферат відповідає змісту дисертації.

За актуальністю розглянутих задач, обсягом та повнотою досліджень, їх науковим рівнем і практичним значенням отриманих результатів дисертація Борукаєва Зелімхана Харитоновича на тему «Математичні та комп'ютерні моделі процесів вдосконалення механізмів функціонування і розвитку систем організаційного управління» відповідає вимогам до докторських дисертацій.

Дисертація відповідає профілю спеціалізованої вченої ради Д 26.185.01 Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України, вимогам до дисертацій та авторефератів дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук, відповідає вимогам п. 9, 10 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567 та паспорту спеціальності 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи, а її автор Борукаєв Зелімхан Харитонович заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи.

Офіційний опонент

заступник директора з наукової роботи
Інституту проблем реєстрації інформації
НАН України
Заслужений діяч науки і техніки України,
доктор технічних наук, професор **О.Г. Додонов**

УКРАЇНА
ІНСТИТУТ
ПРОБЛЕМ РЕЄСТРАЦІЇ
ІНФОРМАЦІЇ НАЦІОНАЛЬНОЇ
АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ
Ідентифікаційний
код 03771755
м. КИЇВ