

## **РІШЕННЯ ЩОДО ПРИСУДЖЕННЯ НАУКОВОГО СТУПЕНЯ КАНДИДАТА НАУК**

Спеціалізована вчена рада Д 26.002.04 Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського" Міністерства освіти і науки України (м. Київ), прийняла рішення щодо присудження наукового ступеня кандидата технічних наук Дьякову Сергію Олександровичу на підставі прилюдного захисту дисертації „Динамічне оперативне керування гнучкою виробничою системою в умовах невизначеності” у вигляді рукопису за спеціальністю 05.13.07 – автоматизація процесів керування 13 березня 2017 року, протокол № 26.

**Дьяков Сергій Олександрович**, 1989 р. народження, громадянин України, освіта вища: закінчив у 2012 р. Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут» за спеціальністю «Гнучкі комп'ютеризовані системи і робототехніка».

У 2015 р. закінчив аспірантуру Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут" Міністерства освіти і науки України.

Працює асистентом кафедри технічної кібернетики Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського" Міністерства освіти і науки України (м. Київ) з 01.11.2015 р. до теперішнього часу.

Дисертація виконана в Національному технічному університеті України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського" Міністерства освіти і науки України (м. Київ), на кафедрі технічної кібернетики.

### **Науковий керівник:**

**Ямпольський Леонід Стефанович**, кандидат технічних наук, професор, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», професор кафедри технічної кібернетики.

Здобувач має 10 опублікованих праць за темою дисертації, з них 6 статей в наукових фахових виданнях (усі з них у виданнях України, які включено до міжнародних наукометричних баз даних), в тому числі:

1. Дьяков С.О. Мультиагентна система диспетчеризації автономних транспортних модулів на основі нечіткої логіки / С.О. Дьяков. – Адаптивні системи автоматичного управління, № 1 (26) 2015.

2. Дьяков С.О. Узагальнена концептуальна модель системи динамічного керування в гнучких виробничих системах / С.О. Дьяков. – Вісник ЖДТУ, 1(72) 2015.

3. Дьяков С.О. Мультиагентне середовище поетапного синтезу системи динамічного керування у гнучкій виробничій системі / С.О. Дьяков, Л.С. Ямпольський. – Адаптивні системи автоматичного управління, №1 (28) 2016.

### **Офіційні опоненти:**

**Ланкін Юрій Миколайович**, доктор технічних наук за спеціальністю 05.13.07, старший науковий співробітник, Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, завідувач відділу автоматичного регулювання процесів зварювання і нанесення покриттів, дав позитивний відгук із зауваженнями:

1. Текст роботи перенасичений аббревіатурами (близько п'ятдесяти), які не є загальноприйнятими, і це, незважаючи на наявність списку скорочень, значно ускладнює її читання.

2. Найбільші труднощі для розуміння сенсу роботи викликає вживана в ній термінологія, що відрізняється від прийнятої в близькій предметній області - автоматичному регулюванні. Наприклад, термін "невизначеність" означає "збурення" у вигляді різного роду несправностей, спонтанних змін планів і т.п.; "Динамічні показники роботи системи динамічного керування" - просто назви алгоритмів. Не зрозуміле значення терміна "вирішальні динамічні показники". Терміни "керування" і "управління" по тексту роботи використовуються то як самостійні, то як синоніми. Часто важко помітна різниця між застосовуваними термінами, наприклад, СОУ та СДОК.

3. Функціональні схеми системи управління (рис.1.2, рис.1.5 і рис.4.1) виконані без урахування загальноприйнятих норм і позначень для систем автоматичного управління.

4. Не є очевидним те, в якій формі приходить від виконавчої підсистеми ГВС до системи динамічного оперативного керування інформація про виникаючі збурення і на якому етапі здійснюється їх класифікація за вказаними видами.

5. На рис.2.6 і рис.2.7 для однієї і тієї ж системи послідовність вибору значень ВДП чомусь відрізняється.

6. Одним з ключових компонентів розробленої системи є база знань для визначення порівняльної ефективності використання блоків алгоритмів зі створеного набору. Наповнення розробленої бази знань здійснюється описаними методами експертних оцінок, проте не наведено механізми і критерії відбору власне експертів, що може вплинути на якість бази знань і в кінцевому рахунку на кінцевий результат роботи системи.

7. Основним своїм досягненням автор вважає розробку модуля динамічної корекції алгоритмів управління СОУ ГВС. Можна було б навести рекомендації щодо впровадження та інформаційного узгодження розробленого модуля з існуючими СОУ ГВС. З нашої точки зору це практично неможливо зробити без серйозного доопрацювання існуючих СОУ. Простіше, вочевидь, просто використовувати СОУ ГВС, які також розроблені автором.

**Поліщук Михайло Миколайович**, кандидат технічних наук за спеціальністю 05.13.07, доцент, Київське спеціальне конструкторське бюро “СКБ-Перспектива”, головний конструктор, дав позитивний відгук із зауваженнями:

1. Не може задовольнити наданий автором «Перелік невизначеностей та їх відповідність до виробництва», особливо в частці не розкритого поняття «...збуджуючий вплив» (стор. 6 автореферату), тим більш, що вказаний вплив визначає «...вирішальні динамічні показники (ВДП) системи оперативного управління (СОУ)». Якщо поняття «...збуджуючий вплив» включає втрату функціональності основного технологічного обладнання чи транспортних засобів ГВС, то ніяким динамічним керуванням, окрім їх ремонту чи заміни, виробництво відновити не можливо. Але в обох вказаних впливах наслідком є призупинення виробництва та відповідне падіння його фондівдачі на весь плановий період (квартал, рік). Окрім того, такий тип невизначеностей у ГВС як «...термінові операції» та «... пріоритет операцій» апіорі противоречить послідовності як

маршрутним, так і операційним технологічним картам процесу виготовлення будь якої продукції.

2. Також важко погодитись із ствердженням автора на стор. 8 автореферату та на стор. 44 рукопису дисертації, що «... показник оперативної корекції – стратегія перепланування» передбачає «... повне перепланування, корекцію плану». Корекцію оперативного плану — так, але аж ніяк не «... повне перепланування», тому що, після проведення найдорожчого за своєю питомою вагою етапу технологічної підготовки виробництва можлива тільки корекція в межах пріоритетів постачання та уточнення режимів технологічних процесів, але не більше.

Хоча й, слід зауважити, що автором на стор. 19 введено обмеження, а саме: «політика вибору часу перепланування: подієва», а також заслуговує на повагу уточнення автора «... у визначеному параметричному діапазоні продукції».

3. Не дивлячись на наявність «Списку скорочень» на стор. 6-7, рукопис дисертації вкрай перевантажений умовними позначеннями (скороченнями), що не тільки псує стилістику викладання матеріалу, а й ускладнює його сприйняття. На жаль протягом усього як рукопису, так й автореферату має місце перевантаження аббревіатур в одному реченні, наприклад (на стор. 16 і надалі), такі подання як «... значень ВДП і достатнюю ... .. з боку обслуговуваної ГВС сукупність цільових компонент метаідентифікації: АОПВН, АОПП, АОПС, АОППЧ, АОПМ – видів невизначеності ...» не тільки не сприяють кращому тлумаченню здобутків автора, але й навпаки, затьмарюють останні.

4. Один з основних здобутків автора полягає в тому, що для здійснення прийняття рішень запропоновано систему нечіткого виведення (СНВ), в якій «... використовується три змінні як вхідні (Відстань, Час очікування і Частота запитів), і одна в якості вихідної (Пріоритет)» (стор. 20, п'ятий абзац). Так, це дійсно підвищує ефективність транспортно-складської підсистеми ГВС, але не може бути застосовано до домінуючої за своїм впливом на собівартість продукції технологічної системи, яку автор теж долучає до обсягу досліджень.

5. Стор. 52 (перший абзац). Викликає сумнів ствердження: «... коли подія класифікується як термінова, негайно виконується повне перепланування». Мабуть автор мав на увазі не «повне перепланування», яке принципово не можливе в уже

впровадженому та діючому виробничому процесі, а скоріш за все «Корекцію оперативного плану», як це було задекларовано автором раніш на стор. 44 рукопису.

Тут же, тривіально звучить фраза «... продуктивність періодичного планування погіршується в міру збільшення тривалості періоду перепланування», бо зрозуміло і без досліджень, що оперативна реакція на ту чи іншу нештатну подію у виробництві забезпечує можливість «... подієвому методу досягти достатнього рівня продуктивності».

6. Стор. 103 (другий абзац). В складовій «... основної ідеї», а саме: «Метаідентифікація СОУ – це ітераційна процедура вибору таких значень ВДП, за яких СОУ виявиться спроможною найкращим чином задовольняти умови обслуговуваної ГВС» не надано формалізований опис поняття «... найкращим чином ...», яке визначає в класичному розумінні умовну оптимізацію. Потрібно було б застосувати певні критерії, хоча б на рівні квазіоптимальних рішень з умовними екстремальними значеннями параметрів визначальних динамічних показників (ВДП) з урахуванням накладених обмежень, тим більш що раніш, автором зауважено на стор. 9 автореферату «... до кінцевої мети – умовно-оптимального шляху».

7. У підрозділі 5.4.1. (стор. 147) «Порівняння результатів роботи ГВС зі СДОК та без неї ...» надані набори «... технологічних операцій для експериментальних задач та час виконання кожної операції». Не зрозуміло які саме мались на увазі «... технологічні операції» та якого саме типу виробництва, бо таке подання опису експерименту, а точніше імітаційного моделювання, за своєю абстракцією не дозволяє адекватно сприйняти об'єктивність отриманих результатів ефективності запропонованої системи динамічного оперативного керування (СДОК), особливо в частці випередження «... тривалості періоду обробки в середньому на 10,4%».

8. У якості рекомендації слід побажати авторові в подальшій науковій діяльності віддавати перевагу чисельним критеріям ефективності з одночасним ретельним описом процедур експериментальних досліджень.

На дисертацію та автореферат надійшли відгуки:

**1. Одеський національний політехнічний університет.** Відгук підписав директор українсько-німецького навчально-наукового інституту, доктор технічних наук, професор **Семенюк В.Ф.** Відгук позитивний, є зауваження:

- З автореферату не можна зробити висновків стосовно оптимальних значень обчислювальних потужностей необхідних для реалізації запропонованого підходу до автоматизації динамічного оперативного керування;
- У авторефераті зустрічаються граматичні описки.

**2. Тернопільський національний технічний університет.** Відгук підписав професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, доктор технічних наук **Стухляк П.Д.** Відгук позитивний, є зауваження:

- Описано процес синтезу концептуальної моделі об'єкта керування на основі Ф-функції, проте не наведено порівняльних переваг з іншими можливими методами моделювання.
- Не зрозумілі до кінця умови експериментальних задач, зокрема задані на виконання послідовності технологічних операцій.

**3. Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля.** Відгук підписала завідувач кафедри апаратів Технологічного інституту, кандидат технічних наук **Смолій В.М.** Відгук позитивний, є зауваження:

- У авторефераті вказано, що для визначення чисельних залежностей між вирішальними динамічними показниками оперативного управління та обмеженнями ГВС використовуються дані експертів, проте не наведено рекомендації щодо відбору та оцінювання власне експертів;
- У авторефераті недостатньо аргументовано вибір методу на основі мультиагентної системи для автоматизації динамічного оперативного керування.

**4. Національний університет "Львівська політехніка".** Відгук підписав завідувач кафедри електронно-обчислювальних машин, доктор технічних наук, професор **Мельник А.О.** Відгук позитивний, є зауваження:

- Не зазначені граничні умови відхилення від виробничого плану, за яких можливим є здійснення динамічної корекції показників оперативного управління;
- Недостатньо аргументоване застосування методу нечіткого логічного виведення при прийнятті рішень щодо вибору інтелектуалізованими агентами диспетчеризації автономних транспортних модулів задач на транспортування.

**5. Кременчуцький національний університет ім. М. Остроградського** Відгук підписав професор кафедри інформаційно-управляючих систем, доктор технічних наук, доцент *Притчин С.Е.* Відгук позитивний, є зауваження:

- Визиває запитання формулювання другого пункту наукової новизни, адже незрозуміло, яким чином виконується оптимізація роботи гнучкої виробничої системи та вплив відбору показників системи на процес оптимізації керування.

- Не чітко визначено, яким чином і у якому форматі модуль корекції вирішальних динамічних показників оперативного керування передає знайдені значення до відповідних модулів.

- У пункті 9 висновків, при ствердженні щодо узагальнюючого характеру підходу динамічного корегування показників об'єктів керування, не наведено вимог до природи та обов'язкових характеристик таких об'єктів.

**6. Національний авіаційний університет.** Відгук підписав професор кафедри автоматизації та енергоменеджменту НН АΚΙ, доктор технічних наук, старший науковий співробітник *Шевчук Д.О.* Відгук позитивний, є зауваження:

- З автореферату не зрозуміло де саме було впроваджено отримані результати, у зв'язку із чим не можливо в достатньому обсязі оцінити практичне значення одержаних результатів.

- Не зрозуміло яким чином визначалась логічна послідовність налаштування вирішальних динамічних показників.

- В авторефераті не обгрунтовується, яка кількість експертів повинна залучалась для визначення оцінок ефективності поєднання ВДП СОУ, з чого важко зробити висновок про об'єктивність оцінювання та достовірність отриманих значень.

**7. Вінницький національний технічний університет.** Відгук підписав завідувач кафедри комп'ютерних систем управління, доктор технічних наук, професор *Дубовий В.М.* Відгук позитивний, є зауваження:

- Рисунок 2 є зайвим, тому що він дублює текстовий опис класифікатора вирішальних динамічних показників СОУ.

- Не зовсім зрозуміло, до якого класу систем відноситься розроблена СППР – активна чи пасивна.

- Зустрічаються описки та граматичні недоречності.

**8. Міжрегіональна академія управління персоналом.** Відгук підписав завідувач кафедри вищої та прикладної математики, доктор технічних наук, професор *Ткач Б.П.* Відгук позитивний, є зауваження:

- Чітко не сформульовано перелік критеріїв ефективності ГВС, підвищення якої є основною метою роботи.
- Не показано побудову моделі системи підтримки прийняття рішень в аналітичній формі.
- При описі імітаційних моделей у авторефераті доцільно було б вказати програмне середовище.

**9. Житомирський державний технологічний університет.** Відгук підписав професор кафедри технологій машинобудування, доктор технічних наук, професор *Мельничук П.П.* Відгук позитивний, є зауваження:

- Значна кількість вживаних скорочень досить сильно ускладнює сприйняття інформації.
- Бажано було б більш ретельно розглянути питання доповнення бази знань у процесі функціонування, проте це вже питання подальшого розвитку системи управління.

**10. Харківський національний економічний університет ім. С.Кузнеця.** Відгук підписав завідувач кафедри інформаційних систем, доктор технічних наук, професор *Руденко О.Г.* Відгук позитивний, є зауваження:

- Ствердження в авторефераті про перевагу мультиагентного підходу до автоматизації динамічного оперативного керування без змістовного обґрунтування не очевидне.
- З автореферату не зрозуміло, чому обрано лише по одному вирішальному показнику на кожну із чотирьох основних функцій оперативного управління гнучкою виробничою системою.

**11. Кіровоградський національний технічний університет.** Відгук підписав завідувач кафедри технологій машинобудування, доктор технічних наук, професор *Павленко І.І.* Відгук позитивний, є зауваження:

- З функціональної схеми системи динамічного оперативного керування не зрозуміло, які саме оперативні та статистичні дані від виробничої підсистеми надходять до модуля корекції динамічних показників оперативного управління.



- У авторефераті не наведено структуру чи приклад заповнених експертних таблиць, вміст яких, як зазначається автором, виражає кількісне відношення між досліджуваними величинами та прогностні економічні оцінки ефективності використання запропонованих вдосконалень.

**12. Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара.**  
Відгук підписав професор кафедри механотроніки, доктор технічних наук **Шептун Ю.Д.** Відгук позитивний, є зауваження:

- Необхідно було б чітко визначити, для розв'язання яких задач в роботі застосовувалися методи штучних нейронних сіток.
- Незрозуміло, які саме нештатні ситуації моделювалися при розв'язанні експериментальних задач.

У дискусії взяли участь члени спеціалізованої вченої ради:

**Романенко В.Д.,** д.т.н., спеціальність 05.13.07, без зауважень.

**Ладанюк А.П.,** д.т.н., спеціальність 05.13.07, є зауваження:

- Відносно невизначеностей – на сьогоднішній день є чітко визначені підходи до невизначеностей, тобто є моделі невизначеностей, є класифікація, що, на мою думку, у роботі не розглянуто.

- Треба обережно поводитися з такими термінами, як рівень автоматизації, він може бути чітко визначеним, що не було зроблено здобувачем.

**Пуховський Є.С.,** д.т.н., спеціальність 05.13.07., є зауваження:

- Експертну оцінку доречніше застосовувати на етапі проектування, ніж на етапі функціонування гнучкої виробничої системи.

- У машинобудуванні є термін перепланування – це значить зміна розстановки верстатів на дільниці, в цеху, на заводі і т.д. Ви його застосовуєте по-іншому, тоді треба говорити зміна календарного плану.

**Томашевський В.М.,** д.т.н., спеціальність 05.13.07., є зауваження:

- Зауваження щодо форми і до мови викладення: замість "пов'язані ресурси" – краще "зв'язані ресурси", замість "в якості" – краще просто "як", замість терміну "політика часу" – краще "режим визначення часу".

**Бідюк П. І.,** д.т.н., спеціальність 05.13.07., є зауваження:

- У даному випадку розглянуті тільки експертні оцінки, які щось характеризують. Якщо ми не маємо вимірів, а їх зрозуміло, що неможливо було отримати, потрібно подумати, як їх коректно згенерувати для якихось ситуацій, які можуть виникати на виробництві. Тоді представлення буде, на мій погляд, дещо краще, тому що воно буде доповнено результатами імітаційного моделювання.

**Жученко А.І.**, д.т.н., спеціальність 05.13.07., є зауваження:

- Щоб перепланувати виробництво, можливо треба було визначити стадії: перша, друга і т.д. І визначити кількісні показники переходів від однієї стадії до іншої.

При проведенні таємного голосування виявилось, що із 14 членів спеціалізованої вченої ради, які взяли участь у голосуванні (з них 13 докторів наук за профілем дисертації), проголосували:

за – 14 членів ради,

проти – немає,

недійсних бюлетенів – немає.

## **ВИСНОВОК СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ ВЧЕНОЇ РАДИ**

Дисертаційна робота Дьякова С.О. присвячена розв'язанню завдання підвищення якості функціонування гнучких виробничих систем в умовах невизначеності за рахунок автоматизації процесу вибору значень показників системи оперативного управління, які найкращим чином задовольняють вимогам та обмеженням об'єкта керування.

### **1. Найбільш суттєві наукові результати, отримані особисто здобувачем:**

– вперше створено класифікатор вирішальних показників системи оперативного управління, які суттєво впливають на керування гнучкою виробничою системою в умовах невизначеності, та запропоновано використовувати його як основне джерело знань при автоматизації інтелектуалізованого процесу налаштування значень даних показників;

– вперше запропоновано використання мультиагентного підходу до автоматизації процесу вибору раціональних значень показників системи оперативного управління гнучкою виробничою системою на основі нечіткої

метаідентифікації, що дозволяє враховувати вимоги та обмеження конкретного виробничого середовища;

– вдосконалено мультиагентний метод оперативної диспетчеризації гнучкої виробничої системи шляхом використання системи нечіткого виведення на основі бази правил, що переважає за часом визначення пріоритету завдань існуючий підхід на основі міжагентної комунікації.

## **2. Оцінка достовірності та новизни наукових результатів**

Достовірність отриманих наукових результатів підтверджена їх апробацією на науково-технічних конференціях (у тому числі міжнародних) та впровадженням у навчальний процес Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» при підготовці фахівців за напрямом «Системна інженерія», коректним застосуванням загальної теорії автоматичного управління, теорії нечітких множин, мультиагентних систем, методів функціонального аналізу. Теоретичні результати, отримані в дисертаційній роботі, підтверджуються результатами імітаційного моделювання на електронно-обчислювальній техніці.

## **3. Значення для теорії та практики отриманих результатів**

У результаті виконання дисертаційних досліджень синтезовано концептуальну модель та створено класифікатор вирішальних показників динамічного оперативного керування ГВС, що можуть застосовуватися як інформаційне забезпечення вирішення завдання автоматизації процесу знаходження значень даних показників;

Розроблено мультиагентний підхід до автоматизації процесу вибору значень показників динамічного оперативного керування, що може бути використаний як методичне забезпечення для розробки програмної реалізації автоматизованих систем керування ГВС. Використання розробленого підходу дозволяє знизити трудомісткість та підвищити якість прийняття рішень щодо вибору основних показників системи оперативного управління, що безпосередньо впливають на керування ГВС в реальному часі в умовах невизначеності на етапах проектування, модернізації, переналагодження й зміни конфігурації виробничої системи.

Створено алгоритмічне та програмне забезпечення системи підтримки прийняття рішень для автоматизації процесу вибору значень показників динамічного оперативного керування ГВС.

Результати роботи були використані при розробці “Мультимедійного комплексу комп’ютерно-інтегрованих засобів дистанційно-віртуального навчання з використанням інтернет-технологій” авторів проф. Ямпольський Л.С., доц. Лісовиченко О.І., проф. Мельничук П.П., ст. викл. Олійник В.В., доц. Остапченко К.Б, доц. Поліщук М.М., проф. Ткач Б.П., доц. Ткач М.М., що був висунутий на здобуття Державної премії України в галузі освіти в номінації “Вища освіта” та впроваджено у навчальний процес кафедри технічної кібернетики КПІ ім. Ігоря Сікорського.

#### **4. Пропозиції щодо подальшого використання результатів**

Отримані в дисертаційній роботі теоретичні і практичні результати доцільно використовувати для автоматизації процесу вибору найбільш раціональних значень динамічних показників при модернізації діючих або при проектуванні нових систем оперативного управління гнучкими виробничими, функціонування яких пов’язано із впливом збурень різної природи.

#### **5. Загальна оцінка дисертації**

Дисертаційна робота Дьякова Сергія Олександровича «Динамічне оперативне керування гнучкою виробничою системою в умовах невизначеності» є закінченою працею, що пропонує нове рішення актуального прикладного завдання підвищення ефективності роботи гнучких виробничих систем, які функціонують в умовах невизначеності, за рахунок використання динамічного оперативного управління, що дозволяє в автоматичному режимі сформулювати такий вектор управління, який найкращим чином задовольнятиме вимоги та обмеження об’єкта керування.

За обсягом наукових досліджень, змістом, науковим рівнем представлена дисертаційна робота «Динамічне оперативне керування гнучкою виробничою системою в умовах невизначеності» повністю відповідає вимогам п. 9, 11 «Порядку присудження наукових ступенів», а її автор Дьяков Сергій Олександрович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.07 – автоматизація процесів керування.

На підставі результатів таємного голосування та прийнятого висновку спеціалізована вчена рада присуджує Дьякову Сергію Олександровичу науковий ступінь кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.07 – автоматизація процесів керування.

Головуючий на засіданні  
голова спеціалізованої  
вченої ради Д 26.002.04

Жученко А.І.

В. о. вченого секретаря  
спеціалізованої вченої ради

Томашевський В.М.

Вчений секретар  
КПІ ім. Ігоря Сікорського

Мельниченко А.А.

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2017 р.

Атестаційна справа зареєстрована у МОН України  
під № \_\_\_\_\_

Затверджено рішення спеціалізованої вченої ради про присудження наукового ступеня кандидата наук рішенням атестаційної колегії МОН України від “ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року.

Видано диплом \_\_\_\_\_

Начальник відділу \_\_\_\_\_