

ВІДГУК

офіційного опонента доктора технічних наук, професора

Леві Леоніда Ісааковича

на дисертацію **Стеценко Анастасії Михайлівни**

на тему: «**Автоматизоване керування вологозабезпеченістю**

сільськогосподарських культур при підґрунтовому зволоженні з врахуванням збурень», що подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.07 – автоматизація процесів керування

1. Актуальність теми дисертаційної роботи

Проблема керування вологозабезпеченням сільськогосподарських культур є важливою проблемою у сільськогосподарському виробництві. Для перетворення сільськогосподарського виробництва у високорозвинутий сектор економіки необхідно зменшити його залежність від несприятливих природо-кліматичних умов шляхом ведення зрошувального землеробства у зонах недостатнього та нестійкого зволоження. Зокрема, в Україні такі території охоплюють майже дві третини території. Зрошувальне землеробство є важливою складовою виробництва продукції рослинництва, стабілізуючим фактором продовольчого та ресурсного забезпечення держави, особливо в роки з несприятливими погодними умовами. В залежності від кліматичних умов, рельєфу, глибини залягання ґрунтових вод застосовують різні види зрошення: краплинне, дощування, полив по смугам і борознам, підґрунтове. Підґрунтове зволоження широко застосовують на територіях з глибиною залягання ґрунтових вод до 1.5-2 м та рівнинним рельєфом. Прикладами є західна та центральна частини України, Білорусь. Необхідний для сільськогосподарських культур водний режим ґрунту створюється відповідним режимом зрошення, який встановлює норми, терміни і кількості поливів в залежності від біологічних особливостей культур, природних і господарських умов. При визначенні витрат води на зрошення враховують водоспоживання, або сумарне випаровування. Сумарне випаровування залежить від кліматичних умов, кількості теплової енергії, яка надходить на поверхню, вологості ґрунту, виду та врожайності культури. На цей час існує ряд методів керування вологістю ґрунту на основі багатопарової моделі вологопереносу та поєднання короткотермінового та довготермінового метеорологічних прогнозів. Однак відкритими залишаються питання адаптації і навчання автоматизованих систем керування вологістю ґрунту в умовах дії випадкових погодних факторів, зміни характеристик об'єкта керування; підвищення точності керування завдяки оперативному врахуванню дії збурень на об'єкт, забезпечення отримання планової врожайності сільськогосподарських культур при раціональному використанні енергетичних і водних ресурсів. Таким чином, розробка методів автоматизованого керування вологозабезпеченістю



сільськогосподарських культур з врахуванням збурень є актуальним науково-практичним завданням.

Дисертаційна робота виконана в рамках НДР «Розробка та дослідження елементів і систем автоматизації та їх моделювання», № ДР 0110U000-823, що виконувалася у Національному університеті водного господарства та природокористування відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України № 1704 від 16.11.2000 р. «Про комплексну програму розвитку меліорації земель і поліпшення екологічного стану зрошуваних та осушених угідь на період до 2010 року» (із змінами, внесеними згідно з Постановою КМ № 863 (863-2006-п) від 24.06.2006), в якій автор брала участь як співвиконавець.

2. Оцінка змісту дисертації, її завершеності та оформлення

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку джерел, 11 додатків і за структурою та обсягом відповідає вимогам щодо кандидатських дисертацій з технічних наук.

У вступі обґрунтовано актуальність обраної теми дисертації, сформульовано мету та задачі дослідження, визначено об'єкт, предмет і методи досліджень, викладено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, особистий внесок автора в роботи, виконані у співавторстві, відомості про апробацію результатів дисертації та кількість публікацій за темою дисертаційної роботи.

У першому розділі достатньо аргументовано дано критичну оцінку сучасного стану функціонування зрошувального та осушувального землеробства, визначено еколого-економічні проблеми його розвитку. Проведено аналіз існуючих методів керування вологозабезпеченістю сільськогосподарських культур. Зроблено правильний висновок, що для підвищення ролі меліорованих земель у продовольчому та ресурсному забезпеченні держави, зменшення залежності сільськогосподарського виробництва від несприятливих природно-кліматичних умов, поліпшення екологічного стану сільськогосподарських угідь та створення екологічно безпечних умов експлуатації меліоративних систем необхідно підвищити точність керування вологозабезпеченістю сільськогосподарських культур завдяки оперативному врахуванню дії збурень на об'єкт, забезпечити отримання планової врожайності сільськогосподарських культур з одночасною економією водних та енергетичних ресурсів, автоматизувати осушувально-зволожувальні системи, використовуючи сучасні інформаційні технології та технічні засоби автоматизації. Також у цьому розділі сформульовано мету та задачі досліджень.

Другий розділ присвячено розробці математичних моделей вологопереносу в ненасиченій зоні модульної ділянки ґрунту. У якості типового об'єкту керування вологозабезпеченістю сільськогосподарських культур при підґрунтовому зволоженні обрано осушувально-зволожувальну систему (ОЗС) Рівненської дослідної сільськогосподарської станції. Розроблено каскадно-комбіновану структурну схему автоматизованої

системи керування вологозабезпеченістю сільськогосподарських культур при підґрунтовому зволоженні за допомогою зміни рівня ґрунтових вод. Розроблено прогнозуючі математичні моделі вологопереносу у ненасиченій зоні модульної ділянки ґрунту на основі статичних багатощарових штучних нейронних мереж прямого розповсюдження різної архітектури та нео-фаззі мереж, виконано їх порівняльний аналіз. Розроблені нейронні моделі зручно використовувати для перевірки ефективності роботи різних методів керування. Також дані моделі використовуються у складі автоматизованого робочого місця диспетчера ОЗС і служать зручним інструментом для планування і керування режимами зволоження сільськогосподарських культур. Проведено розрахунок коефіцієнта вологопровідності ґрунту на основі емпіричних формул та нейронних мереж. Розроблений метод параметричної ідентифікації коефіцієнта вологопровідності ненасиченої зони ґрунту на основі статичних багатощарових штучних нейронних мереж прямого розповсюдження дозволив підвищити точність його визначення. Виконано математичне моделювання ненасиченої зони ґрунту на основі рівняння вологопереносу методом Ньютона-Рафсона, здійснено порівняльний аналіз з результатами роботи нейронних моделей. Проведено розрахунок математичної моделі колекторно-дренажної системи та насиченої зони ґрунту.

У третьому розділі розроблено методи керування вологозабезпеченістю сільськогосподарських культур при підґрунтовому зволоженні на основі статичних багатощарових штучних нейронних мереж прямого розповсюдження різної архітектури та нео-фаззі мереж, виконано їх порівняльний аналіз. Проведено моделювання автоматизованої системи керування вологозабезпеченістю, досліджено її динамічні властивості. Для економії водних та енергетичних ресурсів при прийнятті кінцевого рішення про значення рівня ґрунтових вод (РГВ) запропоновано враховувати витрати на зміну РГВ та значення очікуваної врожайності, при цьому скориставшись одним з методів підтримки прийняття рішення в умовах багатокритеріальності, а саме, принципом головного критерію. Розроблено також метод керування вологозабезпеченістю сільськогосподарських культур при крапельному зволоженні на основі нечіткої логіки з врахуванням впливу випадкових збурень на об'єкт. Розроблені методи керування вологозабезпеченістю сільськогосподарських культур дозволяють підвищити точність керування вологістю ґрунту при підґрунтовому та крапельному зволоженні шляхом оперативного врахування впливу збурень. У свою чергу, підвищення точності керування режимами зволоження дозволяє забезпечити планову врожайність сільськогосподарських культур при більш раціональному використанні енергетичних та водних ресурсів.

У четвертому розділі розроблено апаратну частину автоматизованої системи керування (АСК) вологозабезпеченістю сільськогосподарських культур. Роботу АСК вологістю ґрунту при підґрунтовому зволоженні передбачено у наступних режимах: автоматичний, автоматичний водо- та енергозберігаючий, ручний дистанційний, ручний за місцем. Згідно цих

вимог розроблено програмне забезпечення для всіх вузлів системи керування. Матеріали наукових і технічних розробок дисертаційної роботи впроваджено в Обухівському міжрайонному управлінні водного господарства. Показана можливість адаптації розроблених моделей для прогнозування всмоктуючого тиску ґрунту та методів керування вологозабезпеченістю сільськогосподарських культур до різних ОЗС з підґрунтовим зволоженням. Розроблено програмне забезпечення для прогнозування всмоктуючого тиску ґрунту та керування вологозабезпеченістю на базі нео-фаззі мереж. Дане програмне забезпечення є універсальним і може використовуватися для різних ОЗС з підґрунтовим зволоженням.

Загальні висновки роботи у повній мірі співвідносяться зі сформульованими у вступі метою та задачами дослідження і дозволяють оцінити ступінь їх розв'язання.

3. Наукова новизна одержаних результатів

У дисертаційній роботі вперше одержано такі наукові результати.

1. Розроблено прогнозуючі математичні моделі ненасиченої зони модульної ділянки ґрунту як об'єкту керування, які відрізняються від відомих моделей тим, що в їх основі лежать статичні багатопарові штучні нейронні мережі прямого розповсюдження та нео-фаззі нейронні мережі, що дозволило підвищити точність прогнозування всмоктуючого тиску (вологості) ґрунту.

2. Розроблено метод параметричної ідентифікації коефіцієнта вологопровідності ненасиченої зони ґрунту, який відрізняється від відомих методів тим, що в його основі лежать статичні багатопарові штучні нейронні мережі прямого розповсюдження, що дозволило суттєво підвищити точність його визначення.

3. Розроблено методи керування вологозабезпеченістю сільськогосподарських культур при підґрунтовому зволоженні на основі статичних багатопарових штучних нейронних мереж прямого розповсюдження і нео-фаззі нейронних мереж з врахуванням збурень, що дозволило підвищити точність керування вологозабезпеченістю та оперативність процесу прийняття рішень.

4. Застосовано інтелектуальні методи підтримки прийняття рішень в умовах багатокритеріальності в задачах оптимального керування вологозабезпеченістю сільськогосподарських культур, що дозволило економити водні та енергетичні ресурси з одночасним забезпеченням отримання планового врожаю.

5. В дисертаційній роботі удосконалено структуру гідравлічного регулятора вологості кореневого шару ґрунту двосторонньої дії, в яку введено додаткові електромагнітні клапани, давачі рівня води, кількості опадів, температури та відносної вологості повітря, швидкості вітру та мікропроцесорний блок керування, обладнаний безпровідним інтерфейсом

зв'язку, що дозволило підвищити швидкість роботи та опрацювання інформації, точність керування вологістю кореневого шару ґрунту.

4. Обґрунтованість і достовірність наукових положень і результатів

Достовірність одержаних наукових результатів забезпечено коректним використанням сучасних методів математичного та імітаційного моделювання, теорії нейронних мереж та нечіткої логіки, методів теорії автоматичного керування, чисельних методів розв'язку диференціальних рівнянь в частинних похідних, методів підтримки прийняття рішень в умовах багатокритеріальності.

5. Практичні результати роботи, їх рівень і ступінь впровадження

На основі узагальнення відомих результатів і застосування нових наукових положень, запропонованих у дисертації, за рахунок розробки нових моделей і методів керування вологозабезпеченістю сільськогосподарських культур на осушувально-зволожувальних системах було одержано такі результати.

Математичні моделі вологопереносу у ненасиченій зоні модульної ділянки ґрунту на основі нейронних мереж зручно використовувати для прогнозування всмоктуючого тиску ґрунту в умовах дії збурень; для перевірки ефективності роботи різних методів керування, а також у складі автоматизованого робочого місця диспетчера ОЗС.

Удосконалений гідравлічний регулятор вологості кореневого шару ґрунту двосторонньої дії на базі мікропроцесорного блоку керування з безпроводним інтерфейсом зв'язку включений у загальну інформаційну систему керування та збору даних. В результаті він дозволяє підвищити швидкість роботи та опрацювання інформації, точність керування вологістю кореневого шару ґрунту та покращити роботу автоматизованої системи керування вологозабезпеченістю сільськогосподарських культур.

Методи керування вологозабезпеченістю сільськогосподарських культур при підґрунтовому зволоженні на основі нейронних мереж та при крапельному зволоженні на основі нечіткої логіки з оперативним врахуванням випадкових погодних збурень дозволяють підвищити точність керування вологістю ґрунту, економити водні та енергетичні ресурси; підвищити ефективність функціонування ОЗС та забезпечити її незалежність від кліматичних і погодних умов.

Розроблені технічна реалізація та програмне забезпечення автоматизованої системи керування вологозабезпеченістю дозволяють надавати відомості оператору про значення усіх технологічних параметрів у реальному часі, змінювати режим роботи; вести базу даних технологічних параметрів.

Результати роботи апробовані на реальних даних Рівненської дослідної сільськогосподарської станції та впроваджені в Обухівському міжрайонному

управлінні водного господарства, м. Обухів Київської обл. Результати досліджень використовуються у навчальному процесі Національного університету водного господарства та природокористування, м. Рівне, у НДР студентів, підготовці дипломних проектів та магістерських робіт.

6. Повнота викладення наукових та практичних результатів дисертації в опублікованих роботах, особистий внесок дисертанта в публікації

Основні наукові положення, результати, висновки та рекомендації дисертаційної роботи отримані автором самостійно. За результатами досліджень опубліковано 36 наукових праць, у тому числі 9 статей у наукових фахових виданнях України з технічних наук (з них 1 стаття входить до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus); 26 публікацій у матеріалах науково-технічних конференцій, з яких 2 тези входять до міжнародної наукометричної бази SCOPUS; 1 патент України на корисну модель.

7. Зауваження щодо змісту і оформлення дисертації та автореферату

1. В підрозділі 2.3 дисертації не обгрунтовано вибір запропонованої в роботі каскадно-комбінованої структурної схеми автоматизованої системи керування (АСК) вологозабезпеченістю модульної ділянки ґрунту.

2. В підрозділі 2.6 дисертації при проведенні порівняльного аналізу моделювання вологопереносу у ненасиченій зоні ґрунту чітко не визначено критерій для такого аналізу.

3. В підрозділі 3.1 дисертації застосовано гібридну нейро-нечітку мережу на основі нео-фаззі нейрона для визначення рівня ґрунтових вод (РГВ) для забезпечення необхідного всмоктуючого тиску у різних шарах ґрунту без пояснення такого вибору.

4. Розділи дисертації містять дуже багато суто ілюстративного матеріалу, який доцільно перенести у додатки.

5. Обсяг автореферата дещо перебільшено за рахунок розміщення ілюстративного матеріалу.

Однак вищенаведені недоліки не впливають на загальну позитивну оцінку отриманих у дисертаційній роботі результатів.

8. Висновки

Дисертація Степенко Анастасії Михайлівни є завершеною науковою роботою, у якій отримані нові науково обгрунтовані результати, що в сукупності вирішують важливу науково-технічну задачу розробки моделей і методів керування вологозабезпеченістю сільськогосподарських культур на осушувально-зволожувальних системах з підґрунтовим зволоженням для

підвищення ефективності їх функціонування і економії водних та енергетичних ресурсів.

Актуальність і практична важливість результатів роботи підтверджується актами впровадження.

Таким чином, за актуальністю теми, науковою новизною, ступенем обґрунтованості наукових результатів, практичною цінністю, повнотою викладення результатів у працях здобувача і за оформленням дана дисертаційна робота повністю відповідає вимогам до кандидатських дисертацій, зокрема, пунктам 9, 11 – 14 «Порядку присудження наукових ступенів». Тому її автор, Стеценко Анастасія Михайлівна, заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.07 – автоматизація процесів керування.

Офіційний опонент

доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри прикладної математики,
інформатики і математичного моделювання
Полтавського національного технічного
університету імені Юрія Кондратюка



Л.І. Лєві

Підпис Лєві Л.І. засвідчую.

Перший проректор – проректор з науково-педагогічної роботи
Полтавського національного технічного
університету імені Юрія Кондратюка,
доктор технічних наук, доцент



Б.О. Коробко