

ВІДГУК

офіційного опонента, доктора технічних наук, професора **Котова Бориса Івановича** на дисертацію **Алієва Ельчина Бахтияра** огли «Механіко-технологічні основи процесу прецизійної сепарації насінневого матеріалу соняшнику», що представлена до спеціалізованої вченої ради Д 64.832.04 Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва

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

Систематизація насінневого матеріалу батьківських компонентів за спадковими ознаками значно скоротить шлях і час створення нових високопродуктивних гібридів соняшнику, екологічно стабільних і пластичних щодо різних умов обробітку, з розвиненим імунітетом проти хвороб і шкідників. Однак на сьогодні ефективність такої систематизації не можливо без використання механотронних системи поділу, відбору та класифікації матеріалу.

Для отримання однорідного насінневого матеріалу батьківських компонентів необхідно враховувати в комплексі всі ознаки і особливості сім'янки. Насіння соняшнику має значне різноманіття за геометричними розмірами, формою, об'ємною вагою, розташуванням центру тяжіння, профілем поверхні і кольору.

З огляду на вищесказане можна стверджувати, що розробка прецизійних (точних) технологій поділу насінневого матеріалу за комплексом функціональних ознак у селекційному процесі соняшнику є актуальним і перспективним.

Тому дисертація **Алієва Е.Б.**, яка спрямована на підвищення ефективності функціонування техніко-технологічного забезпечення

первинного насінництва шляхом обґрунтування адаптивних механотронних систем цільового поділу та відбору насінневого матеріалу соняшнику, є актуальною.

Актуальність теми підтверджується також тим, що дослідження виконувалися згідно з Планом науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт Інституту олійних культур Національної академії аграрних наук України: «Розробити сепаратор насінневого матеріалу олійних культур», «Розробити науково-технологічні основи процесів очищення та розділення насінневого матеріалу олійних культур», «Розробити приладовимірювальний комплекс для автоматичного фенотипування насіння олійних культур».

2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

Наукові положення, висновки і рекомендації, викладені в дисертації, є достовірними та належним чином обґрунтованими. Для цього автором проведені необхідні теоретичні та експериментальні дослідження з використанням розроблених та відомих методик, використані літературні джерела та патентна інформація.

Автором визначена мета та сформульовані задачі дослідження, послідовне вирішення яких дозволило довести наукову гіпотезу, згідно з якою прецизійність цільового поділу та відбору насінневого матеріалу соняшнику за його морфологічними показниками і фізико-механічними властивостями визначає ефективність його використання в подальшому селекційно-насінницькому процесі.

Висновки дисертації є достатньо обґрунтованими, вони підтверджені необхідною кількістю експериментальних досліджень, котрі проведені як в лабораторних, так і в умовах виробничої експлуатації.

Перший пункт загальних висновків характеризує стан питання, критичний аналіз проведених досліджень, обґрунтовує доцільність і ефективність розробленої раціональної прецизійної технологічної лінії процесів сепарації насінневого матеріалу соняшнику, яка включає автоматизацію технічних засобів. Повністю відповідає першій задачі досліджень, першій та сьомій науковій новизні щодо структури адаптивного техніко-технологічного забезпечення первинного насінництва соняшнику й удосконаленню комплексу автоматизованого прецизійного техніко-технологічного забезпечення процесів сепарації насінневого матеріалу соняшнику.

Другий і третій пункти присвячені чисельному моделюванню і експериментальним дослідженням механіко-технологічного процесу переміщення насінневого матеріалу соняшнику під дією повітряного потоку, що повністю відповідає другій задачі досліджень. На основі даних пунктів виділена друга і третя наукові новизни, щодо визначення коефіцієнтів заповнення і розподілу та отримання математичних моделей технологічного процесу прецизійної сепарації насінневого матеріалу соняшнику за його аеродинамічними властивостями, що описують зміни запропонованих коефіцієнтів якості в залежності від режимних параметрів.

У п'ятому пункті зазначені результати чисельного моделювання і експериментальних досліджень процесу сепарації насінневого матеріалу соняшнику за геометричними розмірами під дією вібруючих решіт різних видів (пробивні, пруткові, точні), що повністю відповідає третій задачі досліджень. Отримані результати покладені в основу другої і третьої наукової новизни, щодо визначення сумарної концентрації насіння та отримання математичних моделей технологічного процесу прецизійної сепарації насінневого матеріалу соняшнику за його геометричними розмірами, що описують зміни запропонованого коефіцієнта якості в залежності від режимних параметрів.

У цьому пункті вирішена четверта задача досліджень, згідно якої процес сепарації насінневого матеріалу соняшнику за об'ємною масою під дією віброуючої поверхні визначається коефіцієнтом заповнення, коефіцієнтом розподілу, продуктивністю і споживаною потужністю пневмовібросепаратора, які залежать від подачі насіння, кутів нахилу віброуючої поверхні, частоти коливань, амплітуди коливань та швидкості повітряного потоку. Даний пункт загальних висновків складає один з елементів другої наукової новизни, щодо розробки математичної моделі технологічного процесу прецизійної сепарації насінневого матеріалу соняшнику за його об'ємною масою.

Дев'ятий пункт присвячено результатам чисельного моделювання та експериментальних досліджень технологічного процесу роботи фотоелектронного сепаратора і відповідає п'ятій задачі досліджень щодо розробки фізико-математичної моделі сепарації насінневого матеріалу соняшнику за забарвленням поверхні сім'янок. Даний пункт покладено в основу третьої і четвертої наукової новизни, а саме встановлення функціональних залежностей прецизійного механізованого процесу сепарації насінневого матеріалу.

Четвертий, шостий, восьмий і десятий пункти загальних висновків стосуються виконанню шостої задачі досліджень, а саме створення експериментальних зразків адаптивних систем керування аеродинамічним, віброрешітним, вібропневматичним і фотоелектронним сепараторами з раціонально узгодженими режимними параметрами і більш детально висвітлені у п'ятому розділі дисертації «Реалізація результатів досліджень». Алгоритми які складають основу створених адаптивних систем бажаються на розроблених способах автоматизованого керування прецизійного механізованого процесу сепарації насінневого матеріалу, що відповідає четвертій науковій новизні.

Одинадцятий і двонадцятий пункти відповідають сьомій задачі досліджень і визначають результати досліджень розробленої структурної

моделі замкнутої системи автоматичного фенотипування насіння соняшнику із реалізацією принципу відбракування за кількома параметрами (забарвлення, форма, геометричні розміри) за допомогою перетворювачів зображення, які реалізовані на визначенні забарвлення і контуру насіння у колірному просторі HSV. Ці два пункту покладені в основу розробки способу автоматичного фенотипування насіння соняшнику за його морфологічними показниками, що відповідає п'ятій науковій новизні.

В тринадцятому пункті приведені результати розробки матричного і стрічкового пристроїв для автоматичного фенотипування насінневого матеріалу соняшнику за його морфологічними і маркерними ознаками. Цей пункт висновків вирішує восьму задачу досліджень і відповідає сьомій науковій новизні.

Чотирнадцятий пункт вирішує дев'яту задачу досліджень, яка висвітлена у шостому розділі «Техніко-економічна оцінка результатів досліджень», і зазначає, що питомий економічний ефект від впровадження раціональної прецизійної технологічної лінії процесів сепарації насінневого матеріалу на прикладі соняшнику з ділянки розмноження батьківських компонентів гібриду Пріоритет (площею 0,5 га) у порівнянні з традиційною технологічною лінією за умови вартості отриманого насінневого матеріалу F1 (80000 грн/т) складає 12006,86 грн/т.

Усі пункти висновків логічно впливають із результатів досліджень, приведених автором у дисертації.

3. Повнота викладу результатів дисертації в опублікованих працях

Основні результати дисертаційної роботи опубліковані в 47 наукових працях, у тому числі: 1 монографія; 21 стаття у спеціалізованих наукових виданнях України (з них 1 у виданні, що включено до міжнародних наукометричних баз); 4 публікації у закордонних виданнях; 13 матеріалів і

тез у збірниках доповідей наукових конференцій; отримано 4 патенти (з них 2 на винахід).

Наведені публікації відображають основний зміст дисертації. Результати кандидатської дисертації в матеріалах докторської та публікаціях не використані.

4. Відповідність автореферату основним положенням дисертації

Автореферат дисертації відображає основний зміст роботи, її наукові положення та результати. Висновки автореферату і дисертації повністю ідентичні.

5. Наукова новизна одержаних результатів та їх значення для науки та виробництва

Визначено структуру адаптивного техніко-технологічного забезпечення первинного насінництва соняшнику, що дозволяє здійснювати пошук слабких ланок в технологічних процесах доробки та біоінформативної систематизації насінневого матеріалу за якістю розподілу та продуктивністю ліній при мінімізації питомих затратах. Обґрунтовано узагальнюючі коефіцієнти якості виконання технологічного процесу прецизійної сепарації насінневого матеріалу (коефіцієнти заповнення та розподілу, сумарна концентрація насіння). Отримано математичні моделі технологічного процесу прецизійної сепарації насінневого матеріалу соняшнику за його аеродинамічними властивостями, геометричними розмірами, об'ємною масою та забарвленням поверхні сім'янок, що описують зміни запропонованих коефіцієнтів якості в залежності від режимних параметрів. Встановлено функціональні залежності показників якості поділу насінневого матеріалу за комплексом фізико-механічних ознак від режимних параметрів функціонування обґрунтованого комплексу машин. Отримало подальший

розвиток фізико-математичний апарат динаміки руху насінневого матеріалу, як гранульованого газу в повітряному потоці, а також під дією вібруючої поверхні з урахуванням пружно-демпферної взаємодії. Удосконалено алгоритмічне забезпечення автоматизованого прецизійного техніко-технологічного комплексу для сепарації насінневого матеріалу соняшнику батьківських компонентів.

Розвинуто науковий напрямок математичного моделювання процесу сепарації насіння культурних рослин методами чисельного експерименту з використанням основних положень теорій класичної механіки, газодинаміки, вібрації, ймовірності, пружності, моделей дискретних елементів, багатофазної взаємодії, лагранжевої багатофазності в програмних пакетах STAR-CCM+ та Mathematica.

Значущість одержаних результатів для практики:

- розроблена конструкторська та технічна документація фотоелектронного сепаратора впроваджені і використані на виробництві ПП «Агромех плюс»;

- ТОВ «Атлант-Запоріжжя» прийняло для впровадження у виробництво науково-технічну продукцію – комплекти конструкторської та технічної документації на – експериментальні зразки адаптивного аеродинамічного сепаратора, адаптивного віброрешітного сепаратора і адаптивного вібропневматичного сепаратора;

- розроблена «Методика з визначення можливих максимальних втрат маси насінневої суміші кондитерського соняшнику при її очищенні та розділенні» і алгоритми розрахунку, які реалізовані в програмному пакеті Microsoft Excel передані і впроваджені у виробництво ТОВ «Снек-продакшн»;

- ТОВ «Укрнасінняпром» прийняло для впровадження у виробництво науково-методичні рекомендації з виробничого контролю технологічних процесів очищення і розділення насінневого матеріалу соняшнику;

– отримані експериментальні залежності використані і прийняті ФОП Лінчуком Є.В. в якості методичних засад для проведення налаштування і калібрування фотоелектронного сепаратора TAIHO 6SXZ-252 CCD COLOR SORTER;

– пристрій для автоматичного фенотипування насіння олійних культур використовується при наукових дослідженнях в області селекції і генетики в ІОК НААН;

– ТОВ «Нікертор» отримало рекомендації з ремонту і технічного обслуговування машин і устаткування для сепарації, розділення і очищення насіння олійних і зернових культур у вигляді відповідних математичних залежностей, конструктивно-технологічних і електричних принципових схем;

– розроблена методика визначення несортованого насіння соняшнику в насінневій суміші використовується ПП «ЛЕНДФОРТ ДНІПРО» під час закупівлі та прийманні насінневого матеріалу соняшнику різних сортів і гібридів.

6. Оцінка змісту дисертації, її завершеність у цілому.

Дисертація складається з вступу, 6 розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків.

Повний обсяг дисертації складає 559 сторінок, у тому числі 22 додатки на 161 сторінці. Обсяг основного тексту дисертації становить 398 сторінок, містить 156 рисунків, 24 таблиці. Список використаних джерел нараховує 450 найменувань на 55 сторінках.

У вступі, відповідно до вимог, обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовані мета й задачі досліджень, представлено наукову новизну і практичне значення одержаних результатів наукових досліджень.

У першому розділі «Аналіз техніко-технологічного забезпечення процесів сепарації насінневого матеріалу. Проблеми та напрямки їх вирішення» отримані наступні результати. В результаті аналізу встановлено, селекційний процес в насінництві олійних культур висуває особливі вимоги до виконання технологічних операцій очищення, розділення і сепарації насінневого матеріалу.

Виходячи з необхідних вимог до технологічних процесів очищення та розділення насінневої суміші запропонована раціональна прецизійна технологічна схема лінії процесів сепарації насінневого матеріалу соняшнику для всіх ланок селекційно-генетичного процесу, яка включає автоматизацію технічних засобів.

В результаті аналізу технологічних способів сепарації насінневого матеріалу соняшнику і їх технічного забезпечення встановлено, що основними тенденціями розвитку прецизійних насіннеочисних технічних засобів є створення адаптивних систем їх керування, які дозволяють проводити динамічну оптимізація режимів роботи робочих органів без втручання операторів.

У другому розділі «Теоретичні дослідження процесів сепарації насінневого матеріалу соняшнику» розроблено модель впливу агротехнологічних і техніко-технологічних параметрів на насінневу суміш.

В результаті теоретичних досліджень складено систему диференційних рівнянь руху насіння соняшнику, як гранульованого газу, в повітряному потоці під дією вібруючої поверхні з урахуванням пружно-демпферної взаємодії, що дає змогу визначити їх положення в просторі в залежності від фізико-механічних і реологічних властивостей.

У результаті чисельного моделювання механіко-технологічного процесу переміщення насінневого матеріалу соняшнику під дією повітряного потоку отримані залежності розподілу кожної фракції насіння по довжині області (середнє значення \bar{X} ; середньоквадратичне відхилення σ ; коефіцієнт

заповнення χ ; коефіцієнт розподілу δ) від ефективного діаметра насінини D_p , швидкості подачі повітря V та подачі насіння Q .

В результаті чисельного моделювання процесу переміщення насінневого матеріалу соняшнику під дією вібруючого решета отримані залежності зміни сумарної концентрації θ і продуктивності q від подачі насіння Q , кута нахилу решета α , частоти коливань решета ψ і амплітуди коливань решета A .

В результаті чисельного моделювання процесу переміщення насінневого матеріалу соняшнику під дією вібруючої поверхні отримані залежності зміни коефіцієнта заповнення χ , коефіцієнта розподілу δ і продуктивності q від подачі насіння Q , кутів нахилу вібруючої поверхні α та β , частоти коливань ψ , амплітуди коливань A і швидкості повітряного потоку V .

В результаті чисельного моделювання процесу переміщення насіння під дією робочого органу блока подачі насіння фотоелектронного сепаратора було розроблено фізико-математичну модель, яка зв'язала продуктивність блока подачі насіння фотоелектронного сепаратора q і середній інтервал часу між падаючим насінням t від подачі насіння Q , частоти коливань вібротка ψ і частоти обертання барабана n .

У третьому розділі «Програма і методика проведення експериментальних досліджень» описано програму досліджень; наведено методику лабораторних досліджень фізико-механічних і морфологічних властивостей насіння соняшнику; методики експериментальних досліджень процесу розділення насінневого матеріалу соняшнику за аеродинамічними властивостями, геометричними розмірами, об'ємною масою, забарвленням його околопліддя; методику – експериментальних досліджень процесу автоматичного фенотипування насіння; засоби статистичного оцінювання експерименту.

У четвертому розділі «Результати експериментальних досліджень» отримані залежності впливу вологості W_b насіння соняшнику сортозразків

Інституту олійних культур НААН на ефективний діаметр D_p , масу 1000 насінин M_{1000} , об'ємної маси ρ , кут природного ухилу ϕ , коефіцієнт тертя f . В результаті досліджень аеродинаміки насіння соняшнику в повітряному потоці для різних фракцій попередньо розділеного за розмірами матеріалу отримані залежності швидкостей витання V_a від геометричних параметрів насіння.

В результаті експериментальних досліджень механіко-технологічного процесу розділення насінневого матеріалу соняшнику за аеродинамічними властивостями було розроблено фізико-математичну модель, яка зв'язала коефіцієнт розподілу δ і споживану потужність P від подачі насіння Q і швидкості повітря V .

В результаті експериментальних досліджень процесу сепарації насінневого матеріалу соняшнику за геометричними розмірами під дією вібруючих решіт різних видів (пробивні, пруткові, точні) отримані залежності зміни сумарної концентрації θ , продуктивності q і потужності P , що споживається калібрувальною машиною, від подачі насіння Q , кута нахилу α і частоти коливань ψ решета.

В результаті експериментальних досліджень процесу сепарації насінневого матеріалу соняшнику за об'ємною масою під дією вібруючої поверхні отримані залежності зміни коефіцієнта розподілу δ , продуктивності q і потужності P , що споживається пневмовібросепаратором, від подачі насіння Q , швидкості повітряного потоку V , частоти коливань деки ψ , кутів нахилу деки α і β .

В результаті експериментальних досліджень фотоелектронного сепаратора було розроблено фізико-математичну модель, яка зв'язала сумарну концентрація насіння θ , продуктивність фотоелектронного сепаратора q і його споживаєму потужність P від подачі насіння Q , частоти коливань вібротокта ψ , частоти обертання барабана n , часової затримки спрацьовування форсунки Δt , чутливість фотодатчика λ .

У п'ятому розділі «Реалізація результатів досліджень» наведено обґрунтування конструктивно-технологічних схем адаптивних аеродинамічного, віброрешітного, вібропневматичного, фотоелектронного сепараторів насіння соняшнику, способу та пристроїв для їх автоматичного фенотипування.

У п'ятому розділі «Техніко-економічна оцінка результатів досліджень» наведена економічна оцінка впровадження результатів досліджень, розроблена методика визначення несортованого насіння соняшнику в насінневій суміші, приведено впровадження результатів у виробництво.

7. Основні зауваження до дисертації

1. В першому розділі практично відсутній аналіз наукових (теоретичних) досліджень процесів сепарації, подано тільки перелік «анотацій» виконаних робіт, що утруднює визначення вкладу автора у вдосконалення аналітичних розробок.

2. В системі рівнянь, що описує рух насінини в повітряному потоці (2.32) враховані складові, які в декілька разів менші за величину прискорення вільного падіння (сила Архімеда, сила зумовлена зміною тиску, приєднаної маси). Але сили зумовлені нерівномірністю швидкості повітря (сили Магнуса, Жуковського) знехтувані. Крім того коефіцієнт в'язкого тертя залежить від режиму обтікання, тобто від швидкості повітря.

3. До системи рівняння (2.32) немає початкових і граничних умов: кут і швидкість подачі матеріалу в камеру. Рівняння в проекціях не розв'язуються.

4. Ефективний діаметр насінини недостатньо повно, як прийнято, характеризує її біологічні властивості, краще використовувати масу 1000 насінин або густину. В рівняння (2.32) входить величина еквівалентного діаметра, яка визначається за розмірами нерухомої частинки, а в процесі руху орієнтація змінюється і змінюється проекція розмірів і відповідно Міделевий переріз.

5. При чисельному моделюванні подачу насіння бажано визначати питомими показниками (т/год на 1 дм ширини каналу), тоді можна визначити і питомі витрати повітря.

6. Не вказано межі зміни факторів для яких дійсні отримані рівняння регресії в т.ч. і параметри агрегатів.

7. Відсутність математичного опису процесів динаміки вібророзрідженого шару і переміщення насінневого матеріалу під дією вібруючого решета без зазначення режиму переміщення (підкидання, без підкидання, зупинка тощо) значно утруднює оцінку отриманих результатів. Товщина шару насіння та її вплив на поділ зерна не вказано.

8. В підрозділі 2.4.1_ дано аналіз теорій щодо переміщення гранульованого матеріалу у вібропневморозрідженому шарі, який закінчується завданням «для визначення розподілу насіння по вібруючій поверхні необхідно довести його належність до розподілу Максвелла-Больцмана»: набір формул з яких важко визначити форму моделі поділу за густиною.

9. Не зовсім зрозуміло, яке завдання вирішувалося в підрозділі 2.5.1 «Фізико-математичний апарат руху насіння по лопаті барабана». Величина обертів барабана повинна забезпечити максимальну продуктивність, але від неї залежить місце падіння частинок на вібралоток; що визначалося в наведених дослідженнях потребує пояснень; не визначено кількісного зв'язку барабана і вібралотка.

10. При визначенні швидкості витання частинок, швидкість повітря визначається, як середнє значення по поперечному периметру (так як розподіл нерівномірний) або за об'ємними втратами.

11. В експериментальних дослідженнях аеродинамічної сепарації не вказано кут і швидкість подачі матеріалу в повітряний потік і не визначено їх вплив на процес поділу.

12. При визначенні показників якості процесів сепарації на різних типах машин (коефіцієнт розподілу) не вказано початкові значення у вихідному матеріалі.

13. Основною задачею процесу сепарації (поділу насіння на фракції) є забезпечення необхідної якості і продуктивності. А встановлена потужність електроприводу робочих органів машин вибирається з типової номенклатури двигунів даного типу і перевищує розрахункову. Тому енергетичні показники процесу визначають за питомими витратами енергії кВт·год/кг насіння.

14. Відсутність аналізу траєкторій руху частинок компонентів насінневого матеріалу за різних кінетичних і кінематичних режимів, позбавляє можливості виявлення способів підвищення ефективності процесів, що досліджувалися.

15. Способи автоматичного керування процесу фенотипування не можуть складати наукову новизну за визначенням останньої.

16. В тексті дисертації мають місце друкарські похибки, помилки, неточні вирази, відсутні позначення фізичних величин в деяких формулах та ін.

Відмічені зауваження не знижують наукової та практичної цінності дисертації і не впливають на позитивну оцінку роботи в цілому. За обсягом і змістом дисертація відповідає вимогам МОН України, які пред'являються до докторських дисертацій.

8. Відповідність дисертації визначеній спеціальності

Дисертаційна робота повністю відповідає паспорту спеціальності 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва за пунктами: 2 – «Теорія, методи аналізу та синтезу структурних і кінематичних схем, конструктивних, динамічних і енергетичних параметрів, режимів роботи і навантажень сільськогосподарських машин»; 3 – «Методи моделювання, прогнозування, оптимізації та розрахунків робочих процесів, конструкцій машин і машинотракторних агрегатів, а також їх комплексів, режимів роботи та навантажень при різних умовах функціонування»; 4 – «Методи контролю і системи керування робочими процесами агрегатів і приводами сільськогосподарських машин із метою забезпечення необхідної ефективності та надійності їх роботи».

ВИСНОВОК

Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою. Вона містить у собі новітнє рішення актуальної наукової проблеми – прецизійність цільового поділу та відбору насінневого матеріалу соняшнику за його морфологічними показниками і фізико-механічними властивостями, визначає ефективність його використання в подальшому селекційно-насінницькому процесі.

Наукова новизна і практична цінність виконаної роботи які характеризують здобувача наукового ступеня доктора технічних наук як кваліфікованого науковця, здатного вирішити наукову проблему в області галузевого машинобудування.

Дисертація і автореферат відповідають паспорту спеціальності 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. За актуальністю, науковою новизною, обґрунтованістю наукових положень та практичних результатів, ступенем апробації результатів дослідження на конференціях і в фахових наукових працях представлена дисертація повністю відповідає існуючим вимогам до дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук і п. 9, 10, 13 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 року № 567 (зі змінами), та всім вимогам МОН України до докторських дисертацій, а її автор Алієв Ельчин Бахтияр огли, заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва.

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор кафедри
агроінженерії і системотехніки

Подільського державного аграрно-
технологічного університету



Б.І. Котов

05.02.2020

Підпис доктора технічних наук, професора, професора кафедри агроінженерії і системотехніки Б.І. Котов засвідчую.