

## ВІДГУК

офіційного опонента, кандидата технічних наук, доцента кафедри загальноінженерної підготовки ВП НУБІП України «Бережанський агротехнічний інститут» Клендія Миколи Богдановича на дисертаційну роботу Дубиняка Тараса Степановича на тему «Обґрунтування конструкцій та параметрів захисних механізмів гнучких гвинтових конвеєрів», яка представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.05 – піднімально-транспортні машини.

### Актуальність теми дослідження

Механізми і технічні засоби транспортування вантажів є основою комплексної механізації завантажувально-розвантажувальних робіт, які підвищують продуктивність праці та ефективність виробництва.

Транспортування сипких вантажів криволінійними і комбінованими трасами за допомогою гнучких шнекових робочих органів, замкнутих в еластичні кожухи, забезпечує високу мобільність при виконанні завантажувально-розвантажувальних технологічних процесів і відповідно розширює їх технологічні можливості.

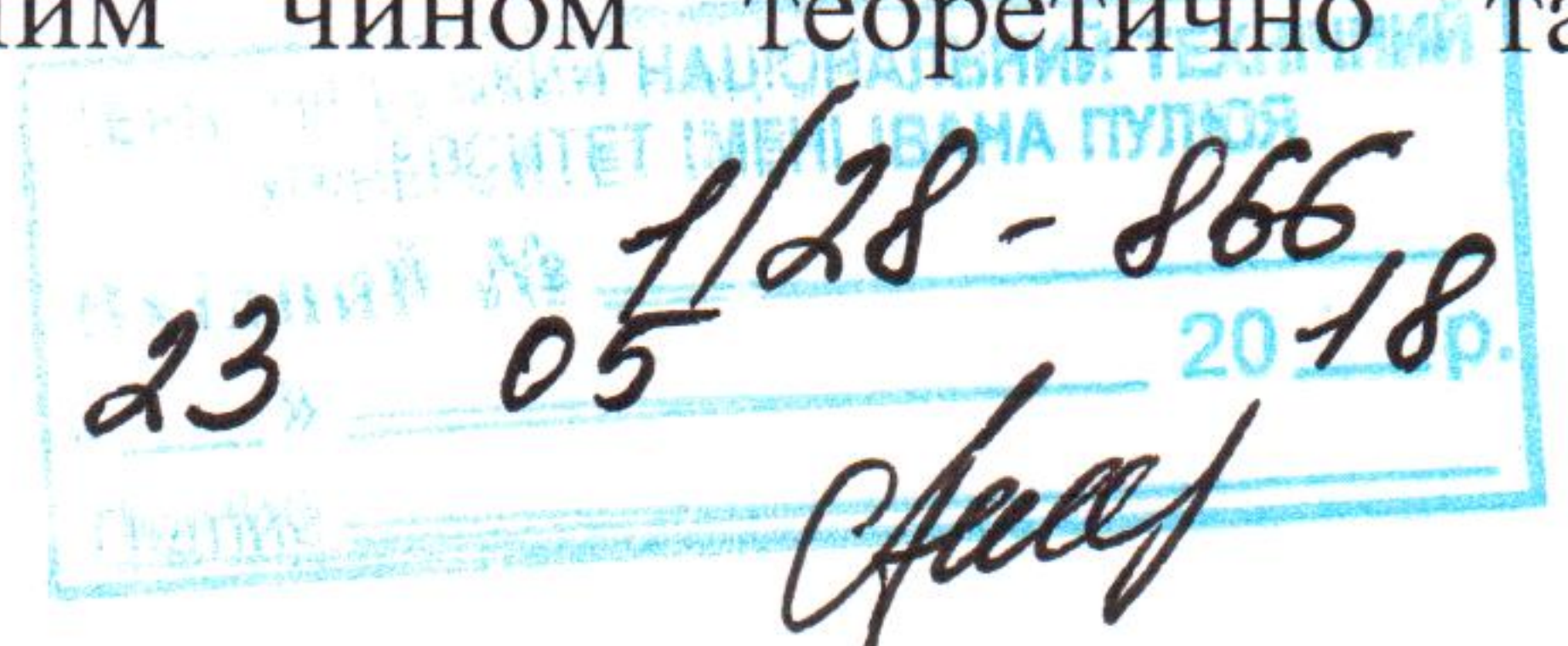
Гнучкі гвинтові конвеєри широко використовуються у сільськогосподарському виробництві та будівництві, де є значна необхідність швидкої зміни трас перевантаження вантажів і часто існує утруднений доступ до місць завантаження та розвантаження матеріалів.

При їх експлуатації за рахунок нестабільності завантаження матеріалу та потрапляння сторонніх предметів часто виникають перевантаження, що призводять до значних деформацій і поломок механізмів гнучких гвинтових робочих органів. Виникнення перевантажень важко передбачити і запобігти їм можна застосовуючи захисні механізми. Тому, для забезпечення надійної роботи конвеєрів необхідно використовувати в конструкціях їх приводів ефективні запобіжні муфти.

Тому створення нових конструкцій механізмів захисту ГГК, в тому числі запобіжних муфт, і, відповідно, теоретичне обґрунтування їх конструктивних і силових параметрів є актуальним завданням, яке має важливе народногосподарське значення.

### Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, наведених у дисертаційній роботі, їх достовірність і новизна, повнота викладу у наукових фахових виданнях

Наукові положення, теоретичні та практичні висновки та рекомендації, викладені в дисертаційній роботі, є належним чином теоретично та експериментально обґрунтовані.



Проведена здобувачем робота ґрунтуються на основних положеннях класичної механіки, математичного моделювання, теорії суцільного середовища, методах математичного планування експерименту та статистичної обробки даних.

В якості інструментальної математичної основи використано розділи класичної і комп'ютерної математики: математичний аналіз, векторне числення, розв'язок задач нелінійного програмування. Апробація технічних можливостей розроблених алгоритмів, програм і методик проводилась методом комп'ютерного моделювання. Статистична обробка експериментальних даних проводилась з використанням комп'ютерних прикладних програм.

Висновки і рекомендації, які наведені в дисертаційній роботі є достатньо обґрунтованими, їхня достовірність підтверджена коректним використанням математичного апарату, обґрунтованістю прийнятих допущень, відтворенням виявлених закономірностей процесу; адекватністю розроблених математичних моделей з результатами моделювання процесу завантаження в умовах реалізації обчислювального експерименту, а також з експериментальними даними.

Повнота викладу результатів досліджень підтверджена 25 публікаціями, у тому числі 9 статей – у фахових виданнях, одна з яких опублікована в журналі, що входить до міжнародної наукометричної бази Scopus, 9 – у тезах наукових конференцій, 7 деклараційних патентів України на корисні моделі.

### **Наукова новизна одержаних результатів і їх значення для науки та виробництва**

Наукова новизна отриманих результатів полягає у тому, що - вперше на основі виведених теоретичних залежностей для визначення силових параметрів пружно-запобіжної муфти гнучкого гвинтового конвеєра встановлено вплив зміни кута нахилу в елементах зачеплення півмуфт на зміну моменту її спрацювання та вплив демпферних елементів на процес тертя та з'єднання півмуфт і швидкодію їх розчеплення в процесі перевантаження дістало подальший розвиток наукове обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів пружно-запобіжної муфти гнучкого гвинтового конвеєра і отримані числові значення; уточнено вплив основних параметрів на динаміку спрацювання пружно-запобіжної муфти в режимі перевантаження шнека гнучкого гвинтового конвеєра; вперше досліджено вплив зазорів на силу контактної взаємодії в деталях приводу конвеєра і встановлено вплив конструктивних і силових параметрів на динаміку механічної системи приводу гвинтового конвеєра.

**Значущість результатів** досліджень для практики полягає в їх застосуванні у виробництві в Тернопільському державному науково-технічному підприємстві «Промінь» та ТОВ «ОСП Корпорація Ватра».

## Оцінка змісту роботи в цілому

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів, загальних висновків і додатків. Роботу викладено на 159 сторінках, вона містить 70 рисунків, 8 таблиць, а також 4 додатки. Список літератури включає 150 позицій. Загальний обсяг дисертації становить 193 сторінки.

У **вступі** обґрунтовано актуальність роботи, сформовано мету, об'єкт, предмет досліджень та задачі, які розв'язуються в роботі. Окреслено наукову новизну і практичне значення отриманих результатів. Наведено інформацію щодо апробації, структури та обсягу роботи.

У **першому розділі** проаналізовано види перевантажень, які виникають в процесі роботи гвинтових конвеєрів, та засоби захисту від них. Проведено аналіз конструкцій механізмів захисту гвинтових конвеєрів від перевантажень, до яких належать бункерні захисні решітки, завантажувально-захисні насадки, обмежувальні захисні елементи, пружні та запобіжні муфти. Також вдосконалено схему взаємозв'язку конструктивних характеристик гвинтових і захисних механізмів від характеру навантаження.

Проведено аналіз результатів теоретичних та експериментальних досліджень захисних механізмів ГГК. Розроблено класифікацію захисних механізмів ГГК і проаналізовано основні вимоги, що висуваються до них.

У **другому розділі** виведено аналітичні залежності зміни передавального обертового моменту в залежності від повертання півмуфт і встановлено величини граничних моментів спрацювання пружно-запобіжної муфти.

Встановлено, що введення в конструкцію пружно-запобіжної муфти демпферних елементів забезпечує суттєвий вплив на процес в'язкого тертя, які також впливають на з'єднання півмуфт і швидкодію їх розчеплення в процесі перевантаження.

Досліджено, що використання в конструкції гвинтових конвеєрів захисного механізму з пружно-компенсуючими властивостями забезпечує плавний пуск гвинтового робочого органу шляхом скручування пружного механізму.

Проведено динамічний аналіз роботи гнучкого гвинтового конвеєра із запобіжними елементами у вигляді муфт, виведено аналітичні і побудовано графічні залежності впливу конструктивних характеристик запропонованих пристроїв на динамічні ударні навантаження. Встановлено, що ці характеристики сприяють зменшенню динамічних ударних навантажень на 9-12% і виявлено підвищення точності автоматичного відновлення з'єднання півмуфт при знятті перевантажень.

Проведено дослідження впливу зазорів на силу контактної взаємодії в деталях приводу конвеєра. Встановлено, що такими конструктивними рішеннями, як зменшення величин пробігу півмуфти та зазорів у з'єднаннях, а також маси деталей, що піддаються ударним навантаженням, та їх пружному зв'язку із робочими органами гвинтового конвеєра, практично

можна нівелювати вплив ударних навантажень на динаміку механічної системи привода в цілому.

**Третій розділ** розкриває сутність експериментальних досліджень, метою яких є перевірка аналітичних і теоретичних даних. На основі проведених теоретичних досліджень здобувачем розроблено конструкцію і виготовлено пружно-запобіжну муфту та завантажувально-захисну насадку гнучкого гвинтового конвеєра, а також експериментальне обладнання для проведення досліджень пружно-запобіжної муфти ГГК. Для пуску двигуна та регулювання частоти його обертання використовували перетворювач частоти Altivar 71 і програмне забезпечення Power Suite v.2.5.0.

Проведено експериментальні дослідження з визначення крутильної жорсткості пружини механізму плавного пуску пружно-запобіжної муфти гнучкого гвинтового конвеєра та гнучкого гвинтового робочого органу дослідної установки, з яких видно, що крутильна жорсткість пружини механізму плавного пуску є значно нижчою, аніж крутильна жорсткість ГГРО, що дозволяє забезпечувати плавний запуск останнього досліджуваною муфтою при пуску приводу.

Проведено експериментальні дослідження пружно-запобіжної муфти ГГК та встановлено, що коефіцієнт її динамічності залежить від частоти обертання муфти та прямопропорційно зростає при зростанні швидкості обертання.

На основі проведеного багатofакторного експерименту отримано регресійну залежність з визначення впливу частоти обертання  $n$ , кута нахилу елементів зачеплення муфти  $\alpha$  та жорсткості пружини стиску  $C$  на величину передачі максимального обертального моменту муфтою, та можна констатувати, що основними факторами, які впливають на збільшення величини передачі максимального обертального моменту ПЗМ, є кут нахилу елементів зачеплення муфти  $\alpha$  та жорсткість пружини стиску  $C$  і комбінації цих факторів. Розбіжність між результатами теоретичних і експериментальних досліджень становить 2,7% - 11,4%.

**У четвертому розділі** запропоновано інженерну методику проектування пружно-запобіжної муфти гнучкого гвинтового конвеєра та її пружного механізму.

Складено блок-схему розрахунку пружно-запобіжної муфти. Представлено у вигляді табличних даних результати розрахунків залежності крутного моменту від різних конструктивних параметрів пружини кручення механізму плавного пуску та запобіжного механізму ПЗМ ГГК.

Визначено шляхи подальшого вдосконалення механізмів захисту гнучких гвинтових конвеєрів і представлено запропоновані перспективні розробки. Сумарний економічний ефект при застосуванні пружно-запобіжної муфти в конструкції гнучкого гвинтового конвеєра склав 30438 грн.

### **Відповідність автореферату основним положенням дисертації**

Викладені в авторефераті матеріали всіх розділів, а також висновки та перелік публікацій в цілому розкривають зміст дисертаційної роботи як в

теоретичному так і в практичному плані та є ідентичними з дисертаційною роботою.

### **Характеристика загальних висновків та рекомендацій**

Викладені в дисертації висновки є достатніми та належним чином обґрунтованими. Для їх висвітлення автором проведено необхідні теоретичні та експериментальні дослідження, оформлені публікації та розроблені відповідні методики.

Висновки достовірні і впливають із теоретичних досліджень та підтверджені експериментальними даними.

### **Зауваження**

1. В огляді літературних джерел доцільно було б провести більш детальний аналіз останніх зарубіжних досягнень.

2. В дисертаційній роботі та авторефераті не зовсім чітко позначені величини  $y$ ,  $y'$ ,  $y_{max}$ , а також величини зв'язані із ними  $z$  і  $r$ .

3. В дисертаційній роботі та авторефераті не достатньо відомостей про матеріали, які використовуються для пружного зв'язку при взаємодії елементів контакту кулька-лунка, штифт-лунка. Невідомо як впливає цей контакт на зношення цих елементів.

4. В дисертаційній роботі та авторефераті не вказано як контролюється і обмежується кількість матеріалу, що просипається у розробленій конструкції завантажувально-захисній насадці ГГК.

5. В авторефераті не вказано, яка нормативна технологічна документація і методична використовувалась при розрахунку економічного ефекту.

6. В дисертаційній роботі та авторефераті зустрічаються невдалі звороти, відхилення від встановленої технічної лексики, описки та інше.

Відмічені недоліки не знижують наукової та практичної цінності дисертації та не впливають на позитивну оцінку роботи в цілому. За обсягом і змістом дисертація відповідає вимогам ДАК України.

### **Загальна оцінка дисертаційної роботи**

Оцінюючи роботу в загальному, слід відзначити що поставлені задачі успішно розв'язані, робота виконана на достатньо високому науковому рівні, вона є актуальною, має наукову новизну та практичну цінність, за обсягом, змістом та результатами відповідає вимогам Міністерства освіти і науки України та паспорту спеціальності 05.05.05 – піднімально-транспортні машини (пункт 3, 8).

Отримані результати теоретичних і експериментальних досліджень в достатній мірі висвітлені в опублікованих працях, які відповідають вимогам Міністерства освіти і науки України та 7 патентах України на корисні моделі.

Мова і стиль викладення змісту, оформлення дисертації та автореферату відповідають вимогам, які ставляться до кваліфікаційних наукових праць.

Зміст автореферату ідентичний до основних положень дисертації. Матеріали дисертаційної роботи широко апробовані на науково-технічних конференціях. Результати досліджень впроваджені у виробництво.

Відмічені зауваження не знижують наукової та практичної цінності дисертації і не впливають на позитивну оцінку роботи, яка містить нові науково обґрунтовані результати, що в сукупності розв'язують наукове завдання підвищення ефективності функціонування гнучких гвинтових конвеєрів шляхом розроблення та обґрунтування раціональних параметрів механізмів їх захисту.

## ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Дубиняка Тараса Степановича на тему «Обґрунтування конструкцій та параметрів захисних механізмів гнучких гвинтових конвеєрів» є завершеною науково-дослідною роботою. Вона є актуальною, має наукову новизну та практичне значення, відповідає паспорту спеціальності 05.05.05 – піднімально-транспортні машини, та вимогам Міністерства освіти і науки України, що висуваються до кандидатських дисертацій, а її автор Дубиняк Тарас Степанович заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.05.05 – піднімально-транспортні машини.

Офіційний опонент:

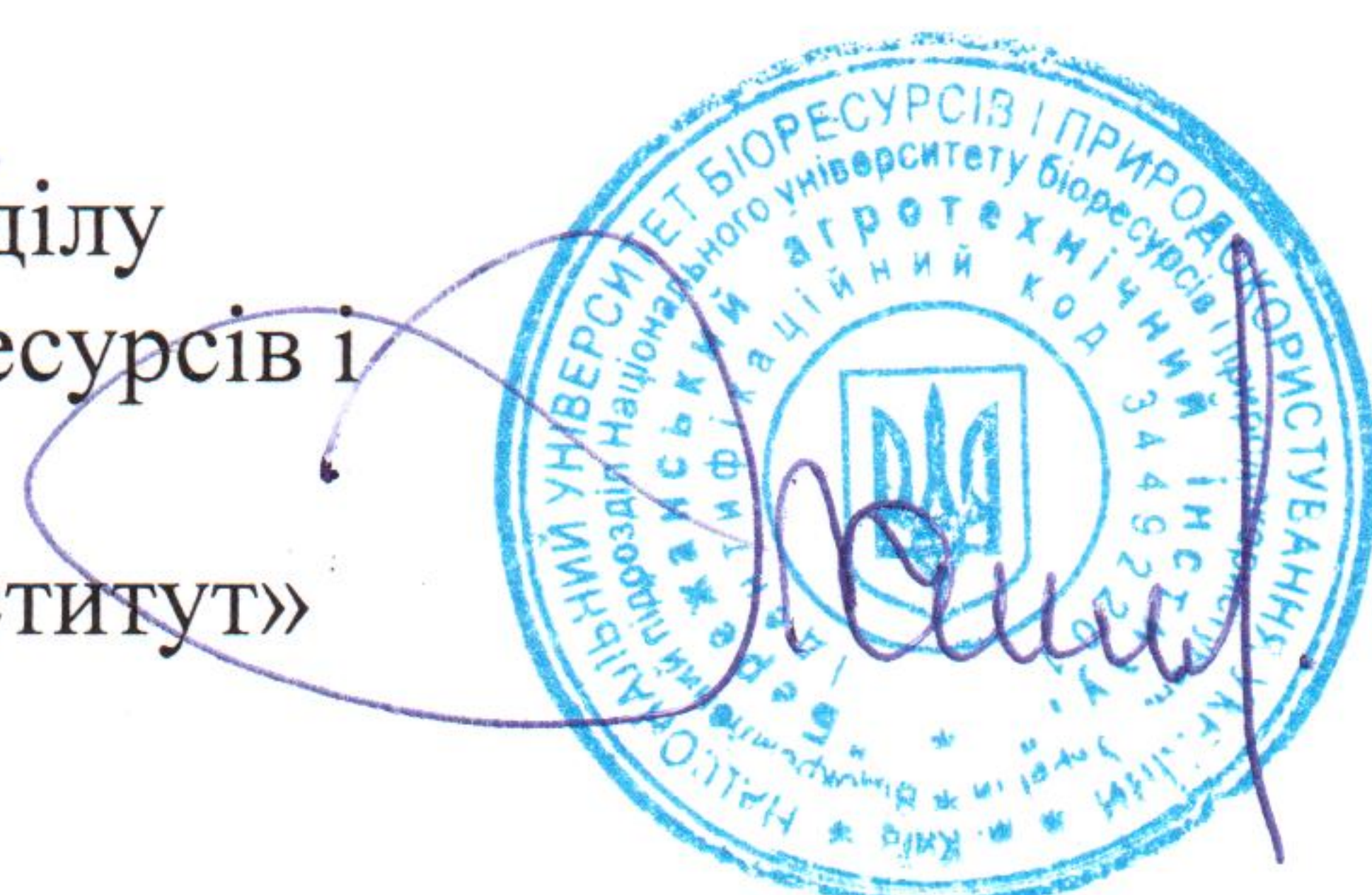
кандидат технічних наук, доцент  
доцент кафедри загальноінженерної  
підготовки

Відокремленого підрозділу Національного  
університету біоресурсів і  
природокористування України  
«Бережанський агротехнічний інститут»

М.Б. Клендій

18. 05. 2018 р.

Підпис Клендія М.Б. засвідчую  
Директор Відокремленого підрозділу  
Національного університету біоресурсів і  
природокористування України  
«Бережанський агротехнічний інститут»



М.М. Жибак