

Міністерство освіти і науки України  
ННБК «Всеукраїнський науково-навчальний консорціум»  
Вінницький національний аграрний університет  
Національний університет біоресурсів і природокористування України  
Львівський національний аграрний університет  
Вінницький національний технічний університет  
Харківський національний технічний університет сільського  
господарства ім. Петра Василенка



## ПРОГРАМА ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

**«Сучасні проблеми виробництва, переробки  
сільськогосподарської продукції, машинобудування та  
енергетичних систем АПК»**

*Захід внесено в реєстр УкрІНТЕІ (посвідчення № 689 від 19 листопада 2019 р.)*



***28-29 листопада 2019 року  
ВНАУ, м. Вінниця, Україна***

## ПОРЯДОК РОБОТИ КОНФЕРЕНЦІЇ

28 листопада 2019 р.

- 09<sup>00</sup>-10<sup>00</sup>** Заїзд та реєстрація учасників конференції (2-ий корпус)
- 10<sup>00</sup>-10<sup>10</sup>** **ВІДКРИТТЯ КОНФЕРЕНЦІЇ**
- 10<sup>10</sup>-12<sup>00</sup>** **ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ** (ауд. 2220)
- 12<sup>00</sup>-13<sup>00</sup>** Перерва на обід
- 13<sup>00</sup>-16<sup>30</sup>** **РОБОТА СЕКЦІЙ**
- Секція 1.** Розробка та дослідження процесів і обладнання харчових та переробних виробництв. (аудиторія 2319).
- Секція 2.** Розвиток ресурсозберігаючих процесів формування високоякісних заготовок та розширення функціональних можливостей машин в АПК. (аудиторія 3223).
- Секція 3.** Ефективні системи енергозабезпечення сільськогосподарських підприємств. (аудиторія 3210).
- Секція 4.** Інженерно-технологічне забезпечення галузей рослинництва та тваринництва (аудиторія 2327).
- 16<sup>30</sup>-17<sup>00</sup>** Підведення підсумків, закриття конференції

29 листопада 2019 р.

Ознайомлення з матеріально-технічною базою Вінницького національного аграрного університету та ННВК «Всеукраїнський науково-навчальний консорціум», екскурсія – Національний музей-садиба М.І. Пирогова, від'їзд учасників конференції.

## РЕГЛАМЕНТ

Доповідь на пленарному засіданні – до 15 хв.

Доповідь на секційному засіданні – 5-10 хв.

Дискусія – 3-5 хв.

## ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ (ВНАУ, корпус 2, аудиторія 2220)

### Відкриття конференції. Вітальне слово:

**КАЛЕТНИК Григорій Миколайович** – доктор економічних наук, професор, академік НААН України, президент ННБК «Всеукраїнський науково-навчальний консорціум»

**МАЗУР Віктор Анатолійович** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент, ректор Вінницького національного аграрного університету

**ГОНЧАРУК Інна Вікторівна** – кандидат економічних наук, доцент, проректор з наукової, інноваційної та міжнародної діяльності Вінницького національного аграрного університету

**МАТВІЙЧУК Віктор Андрійович** – доктор технічних наук, професор, т. в. о. декана інженерно-технологічного факультету Вінницького національного аграрного університету

### Доповіді на пленарному засіданні:

**10:10 – 10:20**    **КАРТА МАТЕРІАЛУ, ЯК СКЛАДОВА РОЗРАХУНКОВОЇ МОДЕЛІ ПРИ ПОЛІФУНКЦІОНАЛЬНІЙ ОБРОБЦІ ЗАГОТОВОК**

**Грушко Олександр Володимирович**, доктор технічних наук, професор, директор інституту магістратури, аспірантури та докторантури

*Вінницький національний технічний університет*

**10:20 – 10:30**    **ДОСЛІДЖЕННЯ СПЕКТРАЛЬНОГО ВПЛИВУ ОПТИЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА СХОЖІСТЬ ТА РОЗВИТОК РОСЛИН**

**Червінський Леонід Степанович**, доктор технічних наук, професор кафедри електротехніки, електромеханіки та електротехнологій

*Національний університет біоресурсів і природокористування України.*

**10:30 – 10:40**    **ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ НАСІННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР**

**Калетнік Григорій Миколайович**, доктор економічних наук, професор, академік НААН України, президент ННБК «Всеукраїнський науково-навчальний консорціум»

**Цуркан Олег Васильович**, кандидат технічних наук, доцент, директор Ладижинського коледжу ВНАУ  
*Вінницький національний аграрний університет*

- 10:40 – 10:50 НАУКОВО-ПРАКТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕРОБКИ ОЛІЙНОЇ СИРОВИНИ НА ОСНОВІ МЕХАНІЧНИХ ТА ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ІНТЕНСИФІКАТОРІВ**  
**Бандура Валентина Миколаївна**, кандидат технічних наук, професор, завідувач кафедри агроінженерії та технічного сервісу  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 10:50 – 11:00 ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ЕЛЕГАЗОВИХ ВИМИКАЧІВ**  
**Рубаненко Олександр Євгенійович**, кандидат технічних наук, професор кафедри електричних станцій і систем  
*Вінницький національний технічний університет*
- 11:00 – 11:10 ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧИХ ОРГАНІВ МАШИН ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА СІВБИ НАСІННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ**  
**Курило Василь Леонідович**, доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН України  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 11:10 – 11:20 ПІДВИЩЕННЯ СЛУЖБОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН З ВИКОРИСТАННЯМ ПОВЕРХНЕВОГО ПЛАСТИЧНОГО ЗМІЦНЕННЯ І ХОЛОДНОГО ГАЗОДИНАМІЧНОГО НАПИЛЕННЯ**  
**Матвійчук Віктор Андрійович**, доктор технічних наук, професор, т. в. о. декана інженерно-технологічного факультету  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 11:20 – 11:30 ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ РОЗПОДІЛЬНИХ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖ**  
**Мірошник Олександр Олександрович**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри електропостачання та енергетичного менеджменту  
*Харківський національний технічний університет сільськогосподарства ім. Петра Василенка*
- 11:30 – 11:40 ТЕОРЕТИЧНЕ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРУЖНО-ПЛАСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ ДЕФОРМУВАННЯ ПРИ СКЛАДНОМУ НАВАНТАЖЕННІ**  
**Сивак Роман Іванович**, доктор технічних наук, доцент кафедри загальнотехнічних дисциплін та охорони праці  
*Вінницький національний аграрний університет*

**11:40 – 11:50 АКТУАЛЬНІ НАПРЯМКИ УДОСКОНАЛЕННЯ  
ОБ'ЄМНИХ ГІДРАВЛІЧНИХ ПРИВОДІВ  
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МИШИН**

**Іванов Микола Іванович**, кандидат технічних наук,  
професор

*Вінницький національний аграрний університет*

**11:50 – 12:00 ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ СПОРУДЖЕННЯ ОБ'ЄКТІВ  
В АПК**

**Кригуль Роман Євгенович**, кандидат технічних наук,  
доцент кафедри енергетики

*Львівський національний аграрний університет*

## СЕКЦІЯ 1

### РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ І ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ ТА ПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ (ВНАУ, 2 корпус, 2319 аудиторія)

**Голова секції: СЕВОСТЬЯНОВ Іван Вячеславович** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв інженерно-технологічного факультету.

**Відповідальний секретар: ЖУРЕНКО Юрій Іванович** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв інженерно-технологічного факультету.

**13:00 – 13:10 МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ЗУСИЛЛЯ І ДЕФОРМАЦІЇ  
РУЙНУВАННЯ ЗЕРНА**

**Котков Володимир Іванович**, кандидат технічних наук, доцент кафедри машиновикористання, мобільної енергетики та сервісу технологічних систем

*Житомирський національний агроекологічний університет*

**13:10 – 13:20 ВИСОКОЕФЕКТИВНА ВІБРОСУШАРКА ДЛЯ  
ПЕРЕРОБЛЕННЯ ВІДХОДІВ ХАРЧОВИХ  
ВИРОБНИЦТВ**

**Севостьянов Іван Вячеславович**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв

*Вінницький національний аграрний університет*

**13:20 – 13:25 РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ  
ПЕРЕРОБЛЕННЯ ВІДХОДІВ ДЕРЕВИНИ У  
ГЕНЕРАТОРНИЙ ГАЗ**

**Момот Віталій Володимирович**, магістрант

*Вінницький національний аграрний університет*

**13:25 – 13:35 ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙНО-  
ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ІНФРАЧЕРВОНОЇ  
ВІБРАЦІЙНОЇ СУШАРКИ**

**Зозуляк Ігор Анатолійович**, кандидат технічних наук, старший викладач кафедри технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв

*Вінницький національний аграрний університет*

**13:35 – 13:40 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ОБЖАРЮВАННЯ  
ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ РОСЛИННОГО  
ПОХОДЖЕННЯ ПЕРЕГРІТИМ ПАРОМ**

**Годомський Сергій Петрович**, магістрант

*Вінницький національний аграрний університет*

- 13:40 – 13:50** АНАЛІЗ СХЕМ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД У ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ  
Горбаченко Анатолій Анатолійович, аспірант кафедри технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 13:50 – 13:55** ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ТЕПЛООБМІНУ ТВЕРДОПАЛИВНОГО КОТЛА  
Короленко Вадим Валентинович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 13:55 – 14:05** ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЛУЩЕННЯ ВОЛОСЬКИХ ГОРІХІВ МІЖ ДВОМА ПАРАЛЕЛЬНИМИ ПЛАСТИНАМИ  
Полевода Юрій Алікович, кандидат технічних наук, доцент кафедри технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 14:05 – 14:15** ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧЕ СУШІННЯ ЗЕРНОВОЇ СИРОВИНИ  
Присяжнюк Дмитро Володимирович, аспірант кафедри технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв, викладач Ладижинського коледжу ВНАУ  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 14:15 – 14:25** МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВІБРАЦІЙНИХ ЗМІШУВАЧІВ ХАРЧОВИХ ТА ПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ  
Михальова Юлія Олександрівна, аспірант кафедри технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 14:25 – 14:35** ПОВІТРЯНО-ВІДЦЕНТРОВА СЕПАРАЦІЯ ТА ПИЛООЧИЩЕННЯ НАСІННЄВОГО ВОРОХУ ТРАВ  
Твердохліб Ігор Вікторович, кандидат технічних наук, доцент кафедри загальнотехнічних дисциплін та охорони праці  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 14:35 – 14:45** ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МЕХАНІЧНИХ КОЛИВАНЬ В ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ ХАРЧОВИХ І ПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ  
Омельянов Олег Миколайович, асистент кафедри загальнотехнічних дисциплін та охорони праці  
*Вінницький національний аграрний університет*

- 14:45 – 14:55** **ОСНОВНІ ЗАСАДИ РОЗРОБКИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ КОМБІНОВАНОГО СУШІННЯ СОЇ НА ОСНОВІ МІКРОХВИЛЬОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ**  
Попяк Олександр Геннадійович, аспірант кафедри технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 14:55 – 15:00** **ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПОДРІБНЮВАЧА ГІЛОК ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПАЛИВНИХ ГРАНУЛ**  
Адаменко Іван Олександрович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 15:00 – 15:05** **ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ДОЗУВАННЯ СИПКИХ КОНСЕРВАНТІВ ПРИ ЗАГОТІВЛІ КОРМІВ**  
Устимчук Олександр Сергійович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 15:05 – 15:10** **ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА КОМБІКОРМІВ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПТИЦІ**  
Гурзенков Сергій Олександрович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 15:10 – 15:15** **ОБҐРУНТУВАННЯ РЕЖИМІВ СУШІННЯ ДРІБНОНАСІННЄВИХ КУЛЬТУР**  
Залевський Олександр Миколайович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 15:15 – 15:20** **ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ГРЕЧАНОЇ КРУПИ**  
Уманець Артем Романович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 15:20 – 15:25** **ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЗЕРНОВОЇ СУШАРКИ**  
Фурман Андрій Олександрович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 15:25 – 15:30** **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ У ПСЕВДОЗРІДЖЕНОМУ ШАРІ**  
Шевчук Сергій Миколайович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 15:30 – 15:40** **АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ЗМІШУВАЧІВ КОМБІКОРМІВ**  
Шевчук Тарас Вікторович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 15:40 – 15:50** **ЕНЕРГОЄМНІСТЬ ЕКСТРУДЕРА З ПРУЖНИМ ГВИНТОВИМ ЕЛЕМЕНТОМ**  
Дмитренко Віктор Петрович, молодший науковий співробітник  
*Інститут картоплярства Національної академії аграрних наук України*



- 15:50 – 16:00** **ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМИ ГЕНПЛАНУ І ОБЛАДНАННЯ НАФТОБАЗИ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЗАЧИЩЕННЯ БІОПАЛИВНИХ РЕЗЕРВУАРІВ**  
Дем'янчук Сергій Васильович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 16:00 – 16:10** **ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТРЕЛЮВАЛЬНОГО ЗАСОБУ**  
Максімов Олександр Миколайович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 16:10 – 16:20** **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВІДЖИМАННЯ ВОВНИ НАСИЧЕНОЇ ВОЛОГОЮ**  
Саветін Максим Григорович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 16:20 – 16:30** **РОЗВИТОК КОНСТРУКТИВНИХ СХЕМ ВІБРАЦІЙНИХ ПРИВОДІВ ТРАНСПОРТНИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАШИН ХАРЧОВИХ ТА ПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ**  
Купчук Ігор Миколайович, кандидат технічних наук,  
старший викладач кафедри загальнотехнічних дисциплін та охорони праці  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 16:30 – 17:00** **ПІДВЕДЕННЯ ПІДСУМКІВ, ЗАКРИТТЯ КОНФЕРЕНЦІЇ**

## СЕКЦІЯ 2

### РОЗВИТОК РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИХ ПРОЦЕСІВ ФОРМУВАННЯ ВИСОКОЯКІСНИХ ЗАГОТОВОК ТА РОЗШИРЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ МАШИН В АПК

(ВНАУ, 3 корпус, 3223 аудиторія)

**Голова секції: ВЕСЕЛОВСЬКА Наталія Ростиславівна** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва інженерно-технологічного факультету.

**Відповідальний секретар: МОТОРНА Оксана Олексіївна** – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва інженерно-технологічного факультету.

**13:00 – 13:05 РОЗРАХУНОК НА МІЦНІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ  
ДЕФОРМУЮЧИХ ПРОТЯЖОК**

**Турич Валерій Володимирович**, кандидат технічних наук, доцент кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва

*Вінницький національний аграрний університет*

**13:05– 13:10 СИНТЕЗ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ  
ПОДРІБНЮВАЧА СОЛОМИ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО  
КОМБАЙНА**

**Бабин Владислав Сергійович**, магістрант

*Вінницький національний аграрний університет*

**13:10 – 13:15 РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ  
ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ  
ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА**

**Барда Валентин Вікторович**, магістрант

*Вінницький національний аграрний університет*

**13:15 – 13:25 МОЖЛИВІСТЬ РЕАЛІЗАЦІЇ КІНЕМАТИЧНИХ СХЕМ  
ПРИВОДІВ РОБОЧИХ ОРґАНІВ РОЗКОЧУВАЛЬНОЇ  
МАШИНИ ЗА УМОВИ ВІБРАЦІЙНОГО  
НАВАНТАЖЕННЯ КІЛЕЦЬ**

**Веселовська Наталія Ростиславівна**, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва

*Вінницький національний аграрний університет*

**13:25 – 13:30 ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РОБОЧИХ ОРґАНІВ  
УНІВЕРСАЛЬНОЇ КАПУСТОЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ**

**Бельдій Ілля Юрійович**, магістрант

*Вінницький національний аграрний університет*

- 13:30 – 13:35** **РОЗРОБКА МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ШЛЯХОМ НАКЛАДАННЯ УЛЬТРАЗВУКУ НА МАСТИЛЬНО-ОХОЛОДЖУЮЧУ РІДИНУ ТА ІНСТРУМЕНТ**  
Веретковський Олександр Вікторович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 13:35 – 13:40** **СПОСІБ ОБРОБКИ ОТВОРІВ ДЕТАЛЕЙ ПЛАСТИЧНИМ ДЕФОРМУВАННЯМ**  
Руткевич Володимир Степанович, кандидат технічних наук, старший викладач кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 13:40 – 13:45** **ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПЛАТФОРМИ ПІДЙОМНОЇ САДОВОЇ**  
Далекий Андрій Віталійович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 13:45 – 13:50** **ПОБУДОВА ДІАГРАМ ПЛАСТИЧНОСТІ МАТЕРІАЛІВ З ВРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ ТРЕТЬОГО ІНВАНТА ТЕНЗОРА НАПРУЖЕНЬ**  
Деревенько Ірина Анатоліївна, кандидат технічних наук, доцент кафедри загальнотехнічних дисциплін та охорони праці  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 13:50 – 13:55** **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ АЛМАЗНОГО ВИГЛАДЖУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ З УЛЬТРАЗВУКОМ**  
Додон Назарій Петрович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 13:55 – 14:00** **ВІДНОВЛЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН**  
Брацлавець Богдан Сергійович, аспірант кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 14:00 – 14:05** **ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЩІЛЮВАЧА ҐРУНТУ**  
Каліон Олег Олександрович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 14:05 – 14:10** **ОБҐРУНТУВАННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ ПОВІТРЯНОГО ІНЖЕКТОРА СИСТЕМИ ПРОМИВАННЯ МОЛОКОПРОВІДІВ ДОЇЛЬНОЇ УСТАНОВКИ**  
Бабин Ігор Анатолійович, асистент кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва  
*Вінницький національний аграрний університет*

- 14:10 – 14:15** **ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРИВОДУ НАСОСА ДЛЯ ЗАПОВНЕННЯ-ОПОРОЖНЕННЯ АВТОЦИСТЕРНИ ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ХАРЧОВОЇ РІДИНИ**  
Кващук Михайло Борисович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 14:15 – 14:20** **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ І ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ**  
Ялина Ольга Олександрівна, аспірант кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 14:20 – 14:25** **ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ШНЕКІВ ЕКСТРУДЕРІВ**  
Кравчук Вячеслав Ігорович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 14:25 – 14:30** **АНАЛІЗ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПОЛОЖЕННЯМ ЗЛИВНОГО ЗОЛОТНИКА НА РОБОТУ НАСОСА-ДОЗАТОРА ДЛЯ ГІДРООБ'ЄМНИХ СИСТЕМ РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ САМОХІДНИХ СПЕЦІАЛЬНИХ МАШИН**  
Моторна Оксана Олексіївна, кандидат технічних наук, старший викладач кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 14:30 – 14:35** **ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ДЕТАЛЕЙ ПАРТЕРТЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЮ ЗМІЦНЮВАЛЬНОЮ ОБРОБКОЮ**  
Пінчук Борис Миколайович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 14:35 – 14:40** **ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БІОМЕТАНУ ПРИ РОБОТІ ДВИГУНА Д-240**  
Колесник Лідія Григорівна, аспірант кафедри загальнотехнічних дисциплін та охорони праці  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 14:40 – 14:45** **ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ МЕХАНІЗМУ ВНЕСЕННЯ ДОБРІВ НА ОСНОВІ ПЕРЕДНЬОЇ НАВІСКИ ТРАКТОРА**  
Подчос Дмитро Олександрович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 14:45 – 14:50** **РОЗРОБКА ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ФРЕЗЕРУВАННЯ ОТВОРІВ В ТРУБАХ**  
Ковальова Ірина Михайлівна, асистент кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва  
*Вінницький національний аграрний університет*

- 14:50 – 14:55** **ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ УНІВЕРСАЛЬНОГО КУЩОРИЗА**  
Пташнік Вадім Сергійович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 14:55 – 15:00** **ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СІВАЛКИ ДЛЯ СІВБИ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР**  
Сторожук Дмитро Олексійович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 15:00 – 15:05** **ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ ПІД ЧАС ЗАГОТІВЛІ КОРМІВ**  
Малаков Олександр Іванович, аспірант кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 15:05 – 15:10** **ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ФРЕЗЕРНОЇ МАШИНИ ІЗ ГІДРАВЛІЧНИМ ПРИВОДОМ ДЛЯ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ЗАЛИШКІВ ЗРІЗАНИХ САДОВИХ НАСАДЖЕНЬ**  
Тарасюк Євгеній Володимирович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 15:10 – 15:15** **ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ РОБОЧОГО ОРГАНА ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ГРАНУЛЬОВАНОГО МІНЕРАЛЬНОГО ДОБРИВА ПРИ СІВБИ**  
Ткаченко Олександр Васильович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 15:15 – 15:20** **ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ШИРОКОЗАХВАТНИХ КУЛЬТИВАТОРІВ У СУЧАСНИХ ОЩАДНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ**  
Собчук Анатолій Олександрович, аспірант кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 15:20 – 15:25** **МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ГІДРОСТАТИЧНОЇ ТРАНСМІСІЇ ІЗ ЗАПОБІЖНИМ КЛАПАНОМ НЕПРЯМОЇ ДІЇ**  
Гречко Роман Олександрович, аспірант кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 15:25 – 15:30** **ОГЛЯД СПОСОБІВ ТА ЗАСОБІВ ДЛЯ СИНХРОНІЗАЦІЇ РОБОЧИХ ОРГАНІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН ЗА ДОПОМОГОЮ ГІДРАВЛІЧНОГО ПРИВОДУ**  
Янішевський Василь Юрійович, аспірант кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва  
*Вінницький національний аграрний університет*

- 15:30 – 15:35 ПІДВИЩЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ВЕРСТАТНИХ КОМПЛЕКСІВ**  
Царук Олександр Вікторович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 15:35 – 15:40 ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ДИСКОВОГО АГРЕГАТУ ДЛЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ**  
Шарапатюк Максим Богданович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 15:40 – 15:45 ОБЛАДНАННЯ З ГІДРОІМПУЛЬСНИМ ПРИВОДОМ**  
Гнатюк Олена Федорівна, аспірант кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 15:45 – 15:50 МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ШТАМПУВАННЯ ТОНКОСТІННИХ ДЕТАЛЕЙ**  
Рекечинський Володимир Іванович, аспірант кафедри загальнотехнічних дисциплін та охорони праці  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 15:50 – 15:55 ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ І РЕЖИМІВ РОБОТИ ДИСКОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПІДКОПУВАЛЬНИХ ОРГАНІВ КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНИХ МАШИН**  
Хуторний Владислав Юрійович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 15:55 – 16:05 РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ МАШИН ДЛЯ ВІБРАЦІЙНОЇ ВІДЦЕНТРОВО-ПЛАНЕТАРНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ**  
Ярошенко Леонід Вікторович, кандидат технічних наук, доцент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 16:05 – 16:15 ОСОБЛИВОСТІ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ГІДРАВЛІЧНИХ РОЗПОДІЛЬНИКІВ ЗОЛОТНИКОВОГО ТИПУ ДЛЯ СИСТЕМ РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ МОБІЛЬНИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН**  
Шаргородський Сергій Анатолійович, кандидат технічних наук, доцент кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 16:15 – 16:20 ОЦІНКА ДЕФОРМОВНОСТІ МАТЕРІАЛУ ЗАГОТОВОК ПРИ ПРЯМОМУ І ОБЕРНЕНОМУ ВИТИСКУВАННІ МЕТОДОМ ШТАМПУВАННЯ ОБКОЧУВАННЯМ**  
Колісник Микола Анатолійович, аспірант кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки  
*Вінницький національний аграрний університет*

- 16:20 – 16:25** **МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ЗАГОТОВОК ПРИ ШТАМПУВАННІ ОБКОЧУВАННЯМ**  
**Штуць Андрій Анатолійович** асистент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 16:25 – 16:30** **АНАЛІЗ ВПЛИВУ ФОРМИ І РОЗМІРІВ ПОПЕРЕЧНОГО ПЕРЕРІЗУ БЕЗСТРУЖЕЧНИХ МІЧНИКІВ НА ПРОЦЕС РІЗБОВИДАВЛЮВАННЯ**  
**Токарчук Олексій Анатолійович**, кандидат технічних наук, доцент кафедри технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 16:30 – 16:35** **ВИКОРИСТАННЯ ГІДРОІМПУЛЬСНИХ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ**  
**Андрухов Сергій Русланович**, аспірант кафедри технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 16:35 – 16:40** **ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ТВЕРДОСТІ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ МАТЕРІАЛІВ**  
**Музичук Василь Іванович**, кандидат технічних наук, доцент кафедри технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 16:40 – 17:00** **ПІДВЕДЕННЯ ПІДСУМКІВ, ЗАКРИТТЯ КОНФЕРЕНЦІЇ**

### СЕКЦІЯ 3

## ЕФЕКТИВНІ СИСТЕМИ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ

(ВНАУ, 3 корпус, 3210 аудиторія)

**Голова секції: МАТВІЙЧУК Віктор Андрійович** – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки інженерно-технологічного факультету.

**Відповідальний секретар: КОЛІСНИК Микола Анатолійович** – аспірант кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки інженерно-технологічного факультету.

**13:00 – 13:10**    **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ  
СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ В КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ  
ВІННИЧЧИНИ**

**Стаднік Микола Іванович**, доктор технічних наук, професор кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки  
*Вінницький національний аграрний університет*

**13:10 – 13:20**    **ДІАГНОСТУВАННЯ І ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ  
ДЕФЕКТІВ ГІДРОАГРЕГАТІВ МАЛИХ ГЕС**

**Граняк Валерій Федорович**, кандидат технічних наук, доцент кафедри теоретичної електротехніки та електричних вимірювань  
*Вінницький національний технічний університет*

**13:20 – 13:30**    **СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ  
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ  
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НОРМАТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ  
МІКРОКЛІМАТУ ПРИМІЩЕНЬ**

**Яропуд Віталій Миколайович**, кандидат технічних наук, доцент кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва  
*Вінницький національний аграрний університет*

**13:30 – 13:40**    **ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ І ЕНЕРГЕТИЧНИХ  
ХАРАКТЕРИСТИК РОТОРА САВОНІУСА**

**Бурлака Сергій Андрійович**, аспірант кафедри загальнотехнічних дисциплін та охорони праці  
*Вінницький національний аграрний університет*

**13:40 – 13:50**    **РОЗРОБКА НЕСТАНДАРТНОЇ СИСТЕМИ ПАРАМЕТРІВ  
ПОТЕНЦІЙНО НЕСТІЙКИХ ЧОТИРИПОЛЮСНИКІВ**

**Возняк Олександр Миколайович**, кандидат технічних наук, доцент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки  
*Вінницький національний аграрний університет*



- 13:50 – 14:00** **ЕЛЕКТРИЧНА ТА МЕХАНІЧНА МІЦНІСТЬ, ДЕФОРМІВНІСТЬ І ПОВЗУЧІСТЬ П'ЯТЬ В ОДНІЙ МАТЕМАТИЧНІЙ МОДЕЛІ**  
Михалевич Володимир Маркусович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри вищої математики  
*Вінницький національний технічний університет*
- 14:00 – 14:10** **РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ**  
Проценко Дмитро Петрович, кандидат технічних наук, доцент кафедри електромеханічних систем автоматизації в промисловості і на транспорті  
*Вінницький національний технічний університет*
- 14:10 – 14:20** **ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХОДІВ З СТРУМООБМЕЖЕННЯ В ЛІНІЯХ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ ВЕЛИКОЇ ПРОПУСКНОЇ ЗДІБНОСТІ З ВИКОРИСТАННЯМ СТРУМООБМЕЖУЮЧОГО РЕАКТОРУ ТА ДЕШУНТОВАНОГО ВИМИКАЧА**  
Братчук Віталій Вячеславович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 14:20 – 14:30** **ПРИСТРІЙ ДЛЯ ГАЗОДИНАМІЧНОГО НАНЕСЕННЯ ЕЛЕКТРОІЗОЛЯЦІЙНИХ ПОКРИТТІВ**  
Гайдамак Олег Леонідович, кандидат технічних наук, доцент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 14:30 – 14:40** **ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ТА РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ ЛЕП 35 КВЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ АПК**  
Крот Юрій Васильович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 14:40 – 14:50** **ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОПРИВОДА НАСОСНОЇ СТАНЦІЇ ПОДАЧІ ХОЛОДНОЇ ВОДИ В ВОДОПРОВІДНУ МЕРЕЖУ ФЕРМЕРСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА**  
Мельник Олександр Володимирович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 14:50 – 15:00** **ФОРМУВАННЯ СИСТЕМ АВТОНОМНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ МАЛОГО ФЕРМЕРСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА**  
Паладій Максим Сергійович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 15:00 – 15:10** **ОБҐРУНТУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ СИСТЕМИ ПНЕВМОТРАНСПОРТУВАННЯ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ**  
Скалецький Дмитро Віталійович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*

- 15:10 – 15:20** **РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ ГАЗОДИНАМІЧНОГО НАНЕСЕННЯ ЕЛЕКТРОПРОВІДНИХ ПОКРИТТІВ**  
Кучеренко Юлія Сергіївна, аспірант кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 15:20 – 15:30** **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯ НА ОСНОВІ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ ТОВ «САРМАТ»**  
Хмара Юрій Валерійович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 15:30 – 15:40** **ОБҐРУНТУВАННЯ МОЖЛИВОСТІ АВТОНОМНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЗА РАХУНОК ГЕНЕРАЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ БІОГАЗУ**  
Чернега Олександр Юрійович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 15:40 – 15:50** **ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА ПАСАЖИРСЬКОГО ЛІФТА ЛІКАРНІ ҐНАТЕНКО Святослав Віталійович, магістрант**  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 15:50 – 15:55** **ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОЕКТУВАННЯ ЗАЗЕМЛЮВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ З КОНТРОЛЕМ ЇХ СТАНУ**  
Кальянов Євгеній Олександрович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 15:55 – 16:00** **АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ КОНТРОЛЮ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВ АПК З ВДЕ**  
Ковальчук Богдан Васильович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 16:00 – 16:10** **АНАЛІЗ РОБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ**  
РОГАЧ Валентин Петрович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 16:10 – 16:20** **ОПТИМІЗАЦІЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРЕТВОРЮВАЧА В ГАЛЬМІВНИХ ПЕРЕХІДНИХ РЕЖИМАХ ТЯГОВОГО ДВИГУНА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ**  
Видмиш Андрій Андрійович, кандидат технічних наук, доцент кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 16:20 – 16:30** **ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ НАВАНТАЖЕННЯ ТРАНСФОРМАТОРІВ 10/0,4 КВ З ВИКОРИСТАННЯМ SCADA**  
Карпійчук Михайло Федорович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 16:30 – 17:00** **ПІДВЕДЕННЯ ПІДСУМКІВ, ЗАКРИТТЯ КОНФЕРЕНЦІЇ**

## СЕКЦІЯ 4

### ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГАЛУЗЕЙ РОСЛИННИЦТВА ТА ТВАРИННИЦТВА

(ВНАУ, 2 корпус, 2327 аудиторія)

**Голова секції: БАНДУРА Валентина Миколаївна** – кандидат технічних наук, професор, завідувач кафедри агроінженерії та технічного сервісу інженерно-технологічного факультету.

**Відповідальний секретар: ХОЛОДЮК Олександр Володимирович** – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри агроінженерії та технічного сервісу інженерно-технологічного факультету.

**13:00 – 13:05 РОЗРОБКА І ДОСЛІДЖЕННЯ ГРУНТООБРОБНОЇ  
МАШИНИ ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЇ STRIP-TILL З  
ФРЕЗЕРНИМИ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ**

**Середа Леонід Павлович**, кандидат технічних наук, професор кафедри агроінженерії та технічного сервісу

*Вінницький національний аграрний університет*

**13:05– 13:10 МОДЕРНІЗАЦІЯ ТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЬНОГО  
ДВИГУНА ДЛЯ РОБОТИ НА БІОПАЛИВІ**

**Анісімов Віктор Федорович**, доктор технічних наук, професор кафедри агроінженерії та технічного сервісу

*Вінницький національний аграрний університет*

**13:10 – 13:15 ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ І РЕЖИМІВ РОБОТИ  
ПРИСТРОЮ ДЛЯ ПРОКЛАДАННЯ ЗРОШУВАЧІВ  
ПЛОДОВИХ НАСАДЖЕНЬ**

**Солона Олена Василівна**, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри загальнотехнічних дисциплін та охорони праці

*Вінницький національний аграрний університет*

**13:15 – 13:20 РОЛЬ І ЗНАЧЕННЯ ІННОВАЦІЙНОЇ ПРОЕКТНОЇ  
ДІЯЛЬНОСТІ У СИСТЕМІ ІНЖЕНЕРНО-  
ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГАЛУЗЕЙ АПК**

**Пришляк Віктор Миколайович**, кандидат технічних наук, доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу

*Вінницький національний аграрний університет*

**13:20 – 13:25 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ РОБОТИ ДОЇЛЬНОГО  
АПАРАТУ З КЕРОВАНИМ РЕЖИМОМ ДОЇННЯ**

**Грицун Анатолій Васильович**, кандидат технічних наук, доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу

*Вінницький національний аграрний університет*

- 13:25 – 13:30 РАЦІОНАЛЬНА ШИРИНА ЗАХВАТУ ГРАБЛІВ З КЕРОВАНИМИ ГРАБЛИНАМИ**  
Кондратюк Дмитро Гнатович, кандидат технічних наук, доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 13:30 – 13:35 МЕХАНІКА КОМБІНОВАНОГО ПРОТЯГУВАННЯ ПОПЕРЕДНЬО ПОДІЛЕНИМИ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ КАНАВКАМИ**  
Паладійчук Юрій Богданович, кандидат технічних наук, доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 13:35 – 13:40 РОЗРОБКА МАЛОГАБАРИТНОГО ОБПРИСКУВАЧА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР**  
Швець Людмила Василівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 13:40 – 13:45 МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПОЛЬОВОГО СУШІННЯ СІНА**  
Спірін Анатолій Володимирович, кандидат технічних наук, доцент кафедри загальнотехнічних дисциплін та охорони праці  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 13:45 – 13:50 ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНІЧНОГО РІВНЯ МАШИН І ЗАСОБІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА**  
Труханська Олена Олександрівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 13:50 – 13:55 СТАН ТА ПРОБЛЕМИ ПІДВИЩЕННЯ РЕНТАБЕЛЬНОСТІ ТВАРИННИЦТВА**  
Журенко Юрій Іванович, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 13:55 – 14:00 ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЕКОЛОГІЧНОСТІ БЮДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА ВИРОБЛЕНОГО З РІЗНОЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ ПРИ ЙОГО ВИКОРИСТАННІ В РОБОТІ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ**  
Рябошапка Вадим Борисович, кандидат технічних наук, старший викладач кафедри агроінженерії та технічного сервісу  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 14:00 – 14:05 ПРІОРИТЕТНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА В УКРАЇНІ**  
Холодюк Олександр Володимирович, кандидат технічних наук, старший викладач кафедри агроінженерії та технічного сервісу  
*Вінницький національний аграрний університет*

- 14:05 – 14:10 ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ STRIP-TILL В ОВОЧІВНИЦТВІ**  
Томчук Василь Васильович, асистент кафедри агроінженерії та технічного сервісу  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 14:10 – 14:15 ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕНІ СІНА В РУЛОНАХ**  
Григоришен Валентин Михайлович, асистент кафедри агроінженерії та технічного сервісу  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 14:15 – 14:20 МОДЕРНІЗАЦІЯ СТЕНДІВ ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ І РЕМОНТУ ПАЛИВНИХ НАСОСІВ ВИСОКОГО ТИСКУ ДВЗ**  
Завальнюк Павло Григорович, асистент кафедри агроінженерії та технічного сервісу  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 14:20 – 14:25 ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ МЕХАНІЗОВАНИХ ПРОЦЕСІВ САДІННЯ КАРТОПЛІ**  
Мизюк Андрій Ілліч, аспірант кафедри агроінженерії та технічного сервісу  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 14:25 – 14:30 РОЗРОБКА ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧОГО ОРГАНУ МАШИНИ ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ**  
Грибик Роман Іванович, аспірант кафедри агроінженерії та технічного сервісу  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 14:30 – 14:35 ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ГІДРАВЛІЧНОГО НАВАНТАЖУВАЧА МІШКІВ BIG-BAG**  
Єлісеєв Віктор Сергійович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 14:35 – 14:40 ШНЕКОВИЙ РІЗАЛЬНИЙ АПАРАТ ЖАТКИ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА**  
Рибак Максим Русланович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 14:40 – 14:45 ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РОТОРНОГО ПОДРІБНЮВАЛЬНОГО АПАРАТА КОРМОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА**  
Кучмей Віталій Вікторович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 14:45 – 14:50 ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ПЛУНЖЕРНИХ ПАР ПАЛИВНОГО НАСОСУ ВИСОКОГО ТИСКУ ТРАКТОРНИХ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ**  
Пекарський Олександр Вікторович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*

- 14:50 – 14:55** **ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СОШНИКА ДЛЯ ПРЯМОЇ СІВБИ**  
Войтенко Артур Русланович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 14:55 – 15:00** **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СІВБИ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР**  
Гавришко Дмитро Юрійович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 15:00 – 15:05** **ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ГЕРБЦІДНОЇ ШТАНГИ ДЛЯ ІНТЕНСИВНОЇ ОБРОБКИ САДУ**  
Гарбар Богдан Леонідович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 15:05 – 15:10** **ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ШТАНГОВОГО ОБПРИСКУВАЧА**  
Кесарчук Юрій Анатолійович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 15:10 – 15:15** **ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧОГО ОРГАНУ МАШИНИ ДЛЯ ПІДСІВУ ПАСОВИЩ**  
Кісліцин Владислав Якович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 15:15 – 15:20** **ОБҐРУНТУВАННЯ І ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ЕРГОНОМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ КОЛІСНОГО ТРАКТОРА**  
Кольченко Іван Станіславович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 15:20 – 15:25** **ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ҐРУНТООБРОБНОЇ ЕЛЕКТРОФРЕЗИ**  
Котлінський Богдан Валентинович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 15:25 – 15:30** **ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ КОНТУРНОГО ОБРІЗЧИКА ГІЛОК ПЛОДОВИХ ДЕРЕВ**  
Кученко Владислав Андрійович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 15:30 – 15:35** **ПІДВИЩЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ УНІВЕРСАЛЬНО-ПРОСАПНОГО ТРАКТОРА З ВИКОРИСТАННЯМ ВОДО-ПОВІТРЯНОЇ СУМІШІ В ДВИГУНІ**  
Любарський Владислав Віталійович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 15:35 – 15:40** **ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ВІДЦЕНТРОВОГО АПАРАТУ ДЛЯ РОЗКИДНОЇ СІВБИ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР**  
Марчук Віктор Анатолійович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*

- 15:40 – 15:45** **ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ГЛИБИННОГО РОЗПУШУВАЧА ҐРУНТУ**  
Морозов Олег Дмитрович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 15:45 – 15:50** **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СІВБИ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР ПНЕВМАТИЧНОЮ СІВАЛКОЮ**  
Немировський Едуард Іванович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 15:50 – 15:55** **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ МАШИН ДЛЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ**  
Павлюк Віктор Володимирович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 15:55 – 16:00** **ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ЧИЗЕЛЬНОГО ЗНАРЯДДЯ**  
Паламар Микола Сергійович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 16:00 – 16:05** **ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВЕРХНЕВОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ КУЛЬТИВАТОРА**  
Петрук Юрій Миколайович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 16:05 – 16:10** **ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ КОЛІСНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ**  
Сивак Олександр Юрійович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 16:10 – 16:15** **ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ТА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ ДОЇЛЬНОЇ УСТАНОВКИ**  
Трикозюк Богдан Миколайович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 16:15 – 16:20** **МЕХАНІЧНА ОБРОБКА ПРИСТОВБУРНИХ СМУГ В САДАХ**  
Шимкович Богдан Васильович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 16:20 – 16:25** **ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ МАШИНИ ДЛЯ ХІМІЧНОГО ЗАХИСТУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР**  
Яшук Євгеній Валерійович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 16:25 – 16:30** **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ УНІВЕРСАЛЬНИМ РОБОЧИМ ОРГАНОМ ПО КОНТУРУ КОРЕНЕВОЇ СИСТЕМИ ПЛОДОВИХ ДЕРЕВ**  
Бачинський Євген Юрійович, магістрант  
*Вінницький національний аграрний університет*
- 16:30 – 16:35** **ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНО-ДОЦІЛЬНИХ ВІДСТАНЕЙ ДОСТАВКИ АВТОМОБІЛІВ НА ПІДПРИЄМСТВА АВТОСЕРВІСУ**  
Митко Микола Васильович, асистент кафедри технологічних процесів та обладнання переробних і харчових виробництв  
*Вінницький національний аграрний університет*

**16:35 – 16:40 ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗАВАНТАЖЕННЯ ОЧИСТКИ НА ВИХІД КОЛОСОВОГО ВОРОХУ НА ПОВТОРНИЙ ДООБМОЛОТ**

**Пустовіт Сергій Васильович**, кандидат технічних наук, викладач  
Ладижинського коледжу ВНАУ

*Вінницький національний аграрний університет*

**16:40 – 17:00 ПІДВЕДЕННЯ ПІДСУМКІВ, ЗАКРИТТЯ КОНФЕРЕНЦІЇ**











МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ННВК «ВСЕУКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-НАВЧАЛЬНИЙ КОНСОРЦІУМ»  
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



Всеукраїнський науково-навчальний консорціум  
Ukrainian scientific-educational consortium



# СЕРТИФІКАТ

УЧАСНИКА ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ  
«СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ВИРОБНИЦТВА, ПЕРЕРОБКИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ  
ПРОДУКЦІЇ, МАШИНОБУДУВАННЯ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ АПК»

(Держ. реєстр. УкрІНТЕІ № 689 від 19 листопада 2019 р.)

**СОЛОНОЇ ОЛЕНИ ВАСИЛІВНИ**

Президент Консорціуму  
Г.М. КАЛЕТНИК

Голова ВНУ  
В.А. МАЗУР



28-29 листопада 2019 р.  
м. Вінниця

ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ І  
РЕЖИМІВ РОБОТИ ПРИСТРОЮ ДЛЯ  
ПРОКЛАДАННЯ ЗРОШУВАЧІВ  
ПЛОДОВИХ НАСАДЖЕНЬ

Солона О.В.

ВНАУ

***Мета роботи:*** розробка і оптимізація параметрів і режимів роботи пристрою з протифільтраційним екраном для зрошення плодкових насаджень

***Предмет роботи:*** взаємозв'язки параметрів і режимів роботи пристрою для прокладки зрошувача з властивостями ґрунту.

***Об'єкт досліджень:*** взаємозв'язки параметрів і режимів роботи пристрою для прокладки зрошувача з властивостями ґрунту.

# Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні завдання:

- виконати аналіз сучасного стану та перспектив розвитку існуючих способів і технічних засобів, параметрів і режимів їх роботи для зрошення сільськогосподарських культур;
- вивчити закономірності пересування і розподілу вологи в активному шарі ґрунту при внутрішньогрунтовому зрошенні;
- виконати аналіз взаємодії робочого органу для утворення порожнини у ґрунті для безтраншейного укладання зрошувача з протифільтраційним екраном;
- проаналізувати ущільнення стінок порожнини при взаємодії з ґрунтом робочого органу;
- виконати аналіз енергоємності процесу одночасного утворення порожнини в ґрунті і протягування труби зрошувача з протифільтраційним екраном;
- виконати аналіз стійкості зводу порожнини, утвореної робочим органом у ґрунті;
- експериментально підтвердити адекватність отриманих теоретичних залежностей.



# Методи досліджень

При проведенні теоретичних досліджень використовувалися методи механіки суцільних середовищ, зокрема механіки в'язкопружності, механіки сипучих дискретних середовищ, математичної фізики, математичного аналізу. При проведенні експериментальних досліджень використовувалися як стандартні методи досліджень в області механізації сільського господарства, так і розроблені автором оригінальні методики. Широке застосування знайшли методи електричних вимірювань неелектричних величин. При аналізі результатів теоретичних і експериментальних досліджень широко використовувалися прикладні комп'ютерні пакети, такі як Mathematica, Statistica та ін.

# Наукова новизна отриманих результатів

1. Отримало подальший розвиток розв'язання задачі про взаємодію робочих органів різної геометричної форми з метою утворення порожнини у ґрунті і ущільнення стінок утвореної порожнини. Ґрунт представлений у вигляді в'язкопружного суцільного середовища.
2. Вперше визначено аналітичні функції зв'язку геометричних параметрів і режимів роботи робочого органу, а також механічних властивостей ґрунту зі змінами щільності ґрунту утворювати порожнини.
3. Розвинені аналітичні залежності визначення компонент сил опору руху робочого органу в ґрунті в залежності від його геометричних параметрів і режимів роботи, а також механічних властивостей ґрунту.
4. Отримала подальший розвиток умова вільноутворення в утвореної порожнини у залежності від параметрів самої порожнини і механічних властивостей ґрунту.

# Стан досліджень взаємодії рушіїв з грунтом

- Аналізу методів прогнозування розподілу вологи в ґрунтах присвячені роботи С. Ф. Авер'янова, С. І. Долгова, АВ Ликова, А. І. Будаговського, І. І. Судніцина, А. Ф. Лебедева, АА Роде, Е. Букінгема, Н . Едлефсена, Дж. Філіпа і ін.
- Розробці методів зрошення плодових насаджень присвячені роботи Є. В. Акутневой, І. П. Айдарова, М. В. Мазепи, А. Д. Ахмедова, М. Н. Багрова, і ін.
- Розробці методів і теоретичного обґрунтування безтраншейної укладання дренажних комунікацій присвячені роботи С. В. Кравця, О. Л. Романовського, М. Д. Касліна, В. М. Супонева і ін.
- Методам формалізації взаємодії робочих органів з ґрунтів присвячені роботи Кулена А., Куіперс Х, Кушнар'ова А.С., Панова І.М., Ковбаси В.П. та ін.

# Методи формалізації ґрунту і взаємодії з нею рушіїв мобільних машин

За формою представлення моделі будови ґрунту всі роботи, які стосуються взаємодії деформаторів з ґрунтом, можна розділити на п'ять груп:

- 1) тверде тіло;
- 2) суцільне пружне середовище;
- 3) суцільне нестисливе сипуче середовище (дискретне сипуче середовище);
- 4) суцільне пружно-в'язке середовище;
- 5) суцільне пружно-в'язкопластичне середовище.

При цьому, у якості аналітичного апарату використовуються: методи механіки твердого тіла, методи теорії пружності і її спрощені варіанти, методи механіки ґрунтів, методи теорії подібності і розмірності, методи статистичної механіки, методи реології.

# Висновки з аналізу стану питання

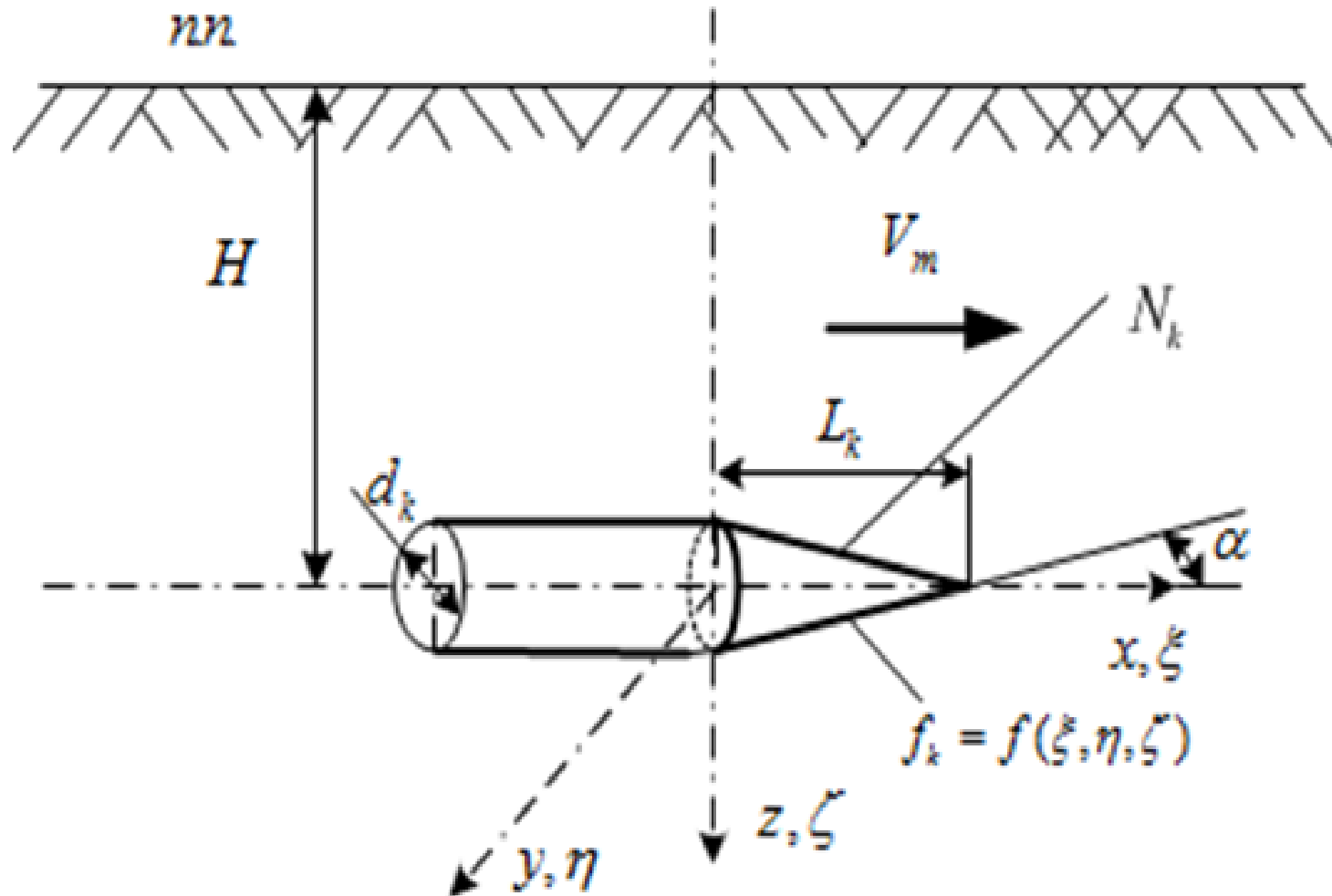
- У якості зволожувачів рекомендуються тонкостінні гофровані труби діаметром 25 ... 50 мм з перфорацією в западинах гофра; діаметр отворів - не більше 1 мм, число отворів від 100 до 600 на метр; діаметр трубок-зволожувачів - постійний по всій довжині.
- Обов'язковою умовою є захист перфорації шляхом обертання трубки рулонним негниючим матеріалом (капрон, склотканина, поліетиленова плівка або їх комбінація).
- Всі розглянуті способи укладання труб не дозволяють досягти оптимальних умов для збереження і поширення вологи при внутрішньогрунтовому зрошенні сільськогосподарських рослин.
- Найбільш прийнятним для цього є безтраншейний спосіб укладання труб-зволожувачів, який базується на принципі вертикального заглиблення гнучких трубопроводів в ґрунт. При цьому використовуються кротувачі різної геометричної форми і розмірів.
- Однак, розглянутий спосіб не дозволяє укласти протифільтраційний екран спільно із зволожувачем. У зв'язку з цим, дослідження слід направити на обґрунтування геометричних параметрів і режимів роботи робочого органу для утворення кротовини, розробку способу і технічного рішення безтраншейного укладання зволожувачів спільно з протифільтраційним екраном.

# ДОПУЩЕННЯ І СПРОЩЕННЯ, ПРИЙНЯТІ ПРИ АНАЛІЗІ

При аналізі взаємодії робочого органу були прийняті такі припущення і спрощення:

- Грунт являє собою квазісуцільне ізотропне деформуюче середовище з властивостями пружності і в'язкості з лінійним їх проявом.
- Робочий орган при аналізі може бути розділений на дві складові частини, кожна з яких аналізується окремо. Поверхня робочого органу представляється абсолютно твердою недеформуючою.
- Внаслідок лінійності проявів пружних і в'язких властивостей завдання про контактну взаємодію робочого органу на грунт може вирішуватися аналітичними методами теорії в'язкопружності. При цьому, швидкості переміщень падають обернено пропорційно видаленню від точки контакту, а швидкості деформацій і напруги падають назад пропорційно квадрату відстані від точки контакту.

# АНАЛІЗ УЩІЛЬНЕННЯ ҐРУНТУ КОНУСНИМ НАКОНЕЧНИКОМ РОБОЧОГО ОРґАНУ



# ВИХІДНІ РІВНЯННЯ ДЛЯ АНАЛІЗУ

- Форма поверхні конуса в системі координат, яка збігається з системою координат ґрунту, може бути представлена рівнянням для дійсного конуса в неявному вигляді:

$$f_k = -\frac{\xi^2}{a^2} + \frac{\eta^2}{b^2} + \frac{\zeta^2}{c^2} = 0 \qquad -\frac{(L_k - \xi)^2}{r^2} + \frac{\eta^2 + \zeta^2}{a^2} = 0.$$

Косинуси кутів нахилу нормалі до поверхні конуса до осей координат  $l_k, m_k, n_k$  виразяться залежностями

$$l_k = \frac{\partial f_k / \partial \xi}{\sqrt{(\partial f_k / \partial \xi)^2 + (\partial f_k / \partial \eta)^2 + (\partial f_k / \partial \zeta)^2}} \qquad m_k = \frac{\partial f_k / \partial \eta}{\sqrt{(\partial f_k / \partial \xi)^2 + (\partial f_k / \partial \eta)^2 + (\partial f_k / \partial \zeta)^2}}$$

$$n_k = \frac{\partial f_k / \partial \zeta}{\sqrt{(\partial f_k / \partial \xi)^2 + (\partial f_k / \partial \eta)^2 + (\partial f_k / \partial \zeta)^2}}$$

- Компоненти швидкостей на поверхні контакта:

$$u_{k0} = V_m; v_{k0} = \frac{r^2 V_m \eta}{a^2 (L_k - \xi)}; w_{k0} = \frac{r^2 V_m \zeta}{a^2 (L_k - \xi)}$$



## Бігармонічні рівняння і граничні умови

На поверхні контакта;

$$u_k \Big|_{x-\xi=0, y-\eta=0, z-\zeta=0} = u_{k0} \quad v_k \Big|_{x-\xi=0, y-\eta=0, z-\zeta=0} = v_{k0}$$

$$w_k \Big|_{x-\xi=0, y-\eta=0, z-\zeta=0} = w_{k0} \quad ;$$

На безкінечності;

$$u_k \Big|_{x-\xi=\infty, y-\eta=\infty, z-\zeta=\infty} \rightarrow 0 \quad v_k \Big|_{x-\xi=\infty, y-\eta=\infty, z-\zeta=\infty} \rightarrow 0 \quad w_k \Big|_{x-\xi=\infty, y-\eta=\infty, z-\zeta=\infty} \rightarrow 0$$

Бігармонічні потенційні функції, що визначають швидкості деформацій в ґрунті:

$$u_k = \int_{\eta_{k0}}^{\eta_{kk}} \int_{\zeta_{k0}}^{\zeta_{kk}} \frac{a_0 u_{k0} (x - \xi_k + \delta)}{((x - \xi_k + \delta)^2 + (y - \eta_k + \delta)^2 + (z - \zeta_i + \delta)^2)^{3/2}} d\zeta_k d\eta_k ;$$

$$v_k = \int_{\zeta_{k0}}^{\zeta_{kk}} \int_{\xi_{k0}}^{\xi_{kk}} \frac{a_0 v_{k0} (y - \eta_i + \delta)}{((x - \xi_i + \delta)^2 + (y - \eta_i + \delta)^2 + (z - \zeta_i + \delta)^2)^{3/2}} d\xi_k d\zeta_k ;$$

$$w_k = \int_{\eta_{k0}}^{\eta_{kk}} \int_{\xi_{k0}}^{\xi_{kk}} \frac{a_0 w_k (z - \zeta_i + \delta)}{((x - \xi_k + \delta)^2 + (y - \eta_k + \delta)^2 + (z - \zeta_i + \delta)^2)^{3/2}} d\xi_k d\eta_k ;$$

Коефіцієнт, що забезпечує виконання початкових умов при введенні малої величини, що усуває сингулярність:

$$a_0 = \frac{1}{\pi} \frac{4}{\text{Log}[-\delta + \sqrt{3}\sqrt{\delta^2}] - \text{Log}[\delta + \sqrt{3}\sqrt{\delta^2}]}$$

$\delta$

## Зведення швидкостей до диференціальної форми для спрощення аналізу

$$\begin{aligned}
 du_k &= \frac{d^2}{d\eta_k d\zeta_k} \int_{\eta_{k0}}^{\eta_{kk}} \int_{\zeta_{k0}}^{\zeta_{kk}} \frac{a_0 u_{k0} (x - \xi_k + \delta)}{((x - \xi_k + \delta)^2 + (y - \eta_k + \delta)^2 + (z - \zeta_k + \delta)^2)^{3/2}} d\zeta_k d\eta_k = \\
 &= \frac{a_0 V_m (x + \delta - \xi_k)}{((z + \delta - \zeta_k)^2 + (y + \delta - \eta_k)^2 + (x + \delta - \xi_k)^2)^{3/2}};
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 dv_k &= \frac{d^2}{d\zeta_k d\xi_k} \int_{\zeta_{k0}}^{\zeta_{kk}} \int_{\xi_{k0}}^{\xi_{kk}} \frac{a_0 v_{k0} (y - \eta_k + \delta)}{((x - \xi_k + \delta)^2 + (y - \eta_k + \delta)^2 + (z - \zeta_k + \delta)^2)^{3/2}} d\xi_k d\zeta_k = \\
 &= \frac{a_0 r^2 V_m (y + \delta - \eta) \eta}{a^2 ((z + \delta - \zeta)^2 + (y + \delta - \eta)^2 + (x + \delta - \xi)^2)^{3/2} (Lk - \xi)};
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 dw_k &= \frac{d^2}{d\eta_k d\zeta_k} \int_{\eta_{k0}}^{\eta_{kk}} \int_{\zeta_{k0}}^{\zeta_{kk}} \frac{a_0 w_k (z - \zeta_i + \delta)}{((x - \xi_k + \delta)^2 + (y - \eta_k + \delta)^2 + (z - \zeta_k + \delta)^2)^{3/2}} d\zeta_k d\eta_k = \\
 &= \frac{a_0 r^2 V_m (z + \delta - \zeta_k) \zeta_k}{a^2 ((x - \xi_k + \delta)^2 + (y - \eta_k + \delta)^2 + (z - \zeta_i + \delta)^2)^{3/2} (Lk - \xi_k)}.
 \end{aligned}$$

# КОМПОНЕНТИ ДИФЕРЕНЦІЙНИХ СКЛАДОВИХ ШВИДКОСТЕЙ ДЕФОРМАЦІЇ

$$d\dot{\epsilon}_{xk} = \frac{d}{dx} du_k = \frac{a_0 V_m ((z + \delta - \zeta_k)^2 + (y + \delta - \eta_k)^2 - 2(x + \delta - \xi_k)^2)}{((z + \delta - \zeta_k)^2 + (y + \delta - \eta_k)^2 + (x + \delta - \xi_k)^2)^{5/2}};$$

$$d\dot{\epsilon}_{yk} = \frac{d}{dy} dv_k = \frac{a_0 r^2 V_m \eta_k ((z + \delta - \zeta_k)^2 - 2(y + \delta - \eta_k)^2 + (x + \delta - \xi_k)^2)}{a^2 ((z + \delta - \zeta_k)^2 + (y + \delta - \eta_k)^2 + (x + \delta - \xi_k)^2)^{5/2} (L_k - \xi_k)};$$

$$d\dot{\epsilon}_{zk} = \frac{d}{dz} dw_k = \frac{a_0 r^2 V_m \zeta_k (-2(z + \delta - \zeta_k)^2 + (y + \delta - \eta_k)^2 + (x + \delta - \xi_k)^2)}{a^2 ((z + \delta - \zeta_k)^2 + (y + \delta - \eta_k)^2 + (x + \delta - \xi_k)^2)^{5/2} (L_k - \xi_k)};$$

$$d\dot{\gamma}_{xyk} = \frac{d}{dy} du_k + \frac{d}{dx} dv_k = \frac{3a_0 V_m (y + \delta - \eta_k)(r^2 \eta_k + a^2 (L_k - \xi_k))(x + \delta - \xi_k)}{a^2 ((z + \delta - \zeta_k)^2 + (y + \delta - \eta_k)^2 + (x + \delta - \xi_k)^2)^{5/2} (-L_k + \xi_k)};$$

$$d\dot{\gamma}_{xzk} = \frac{d}{dz} du_k + \frac{d}{dx} dw_k = \frac{3a_0 V_m (z + \delta - \zeta_k)(r^2 \zeta_k + a^2 (L_k - \xi_k))(x + \delta - \xi_k)}{a^2 ((z + \delta - \zeta_k)^2 + (y + \delta - \eta_k)^2 + (x + \delta - \xi_k)^2)^{5/2} (-L_k + \xi_k)};$$

$$d\dot{\gamma}_{yzk} = \frac{d}{dz} dv_k + \frac{d}{dy} dw_k = \frac{3a_0 r^2 V_m (z + \delta - \zeta_k)(y + \delta - \eta_k)(\zeta_k + \eta_k)}{a^2 ((z + \delta - \zeta_k)^2 + (y + \delta - \eta_k)^2 + (x + \delta - \xi_k)^2)^{5/2} (-L_k + \xi_k)};$$

# ФІЗИЧНІ РІВНЯННЯ ЗВ'ЯЗКУ В'ЯЗКОПРУЖНОГО ДЕФОРМУВАННЯ ҐРУНТУ

$$\sigma_x = \frac{4}{9} e^{\frac{Gt}{2\eta(1+\nu)}} \eta(1+\nu)(6\dot{\epsilon}_x - 3(\dot{\epsilon}_y + \dot{\epsilon}_z) - \frac{e^{\frac{Gt}{\eta(1+\nu)}}(1+\nu)(\dot{\epsilon}_x + \dot{\epsilon}_y + \dot{\epsilon}_z)}{-1+2\nu});$$

$$\sigma_y = \frac{4}{9} e^{\frac{Gt}{2\eta(1+\nu)}} \eta(1+\nu)(-3(\dot{\epsilon}_x - 2\dot{\epsilon}_y + \dot{\epsilon}_z) - \frac{e^{\frac{Gt}{\eta(1+\nu)}}(1+\nu)(\dot{\epsilon}_x + \dot{\epsilon}_y + \dot{\epsilon}_z)}{-1+2\nu});$$

$$\sigma_z = \frac{4}{9} e^{\frac{Gt}{2\eta(1+\nu)}} \eta(1+\nu)(-3(\dot{\epsilon}_x + \dot{\epsilon}_y - 2\dot{\epsilon}_z) - \frac{e^{\frac{Gt}{\eta(1+\nu)}}(1+\nu)(\dot{\epsilon}_x + \dot{\epsilon}_y + \dot{\epsilon}_z)}{-1+2\nu});$$

$$\tau_{xy} = 2e^{\frac{Gt}{2\eta(1+\nu)}} \eta(1+\nu)\dot{\gamma}_{xy}, \quad \tau_{yz} = 2e^{\frac{Gt}{2\eta(1+\nu)}} \eta(1+\nu)\dot{\gamma}_{yz}, \quad \tau_{xz} = 2e^{\frac{Gt}{2\eta(1+\nu)}} \eta(1+\nu)\dot{\gamma}_{xz}.$$

$G$  – модуль пружності зсувних деформацій;

$\dot{\epsilon}_x, \dot{\epsilon}_y, \dot{\epsilon}_z$  – компоненти лінійних деформацій;  $\dot{\gamma}_{xy}, \dot{\gamma}_{xz}, \dot{\gamma}_{yz}$  – компоненти зсувних деформацій;  $\eta$  – модуль в'язкості зсувних деформацій;

$\nu$  -- коефіцієнт бокового розширення; час деформування:

$$t = \frac{l}{c} = l / \sqrt{\frac{E(-1+\nu)}{(-1+\nu+2\nu^2)\rho}} = \sqrt{2}l / \sqrt{\frac{G(-1+\nu)}{(1+\nu)^2(-1+2\nu)\rho}},$$

# ЗМІНА ЩІЛЬНОСТІ ГРУНТУ ПРИ ЗМІНІ НАПРУГИ СТАНУ

$$\rho_k = \rho_0 + b \ln[\sigma_m (1 + \tau_{max})],$$

$\rho_k$  – кінцева щільність ґрунту  $\left[ \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right]$ ,  $\rho_0$  – початкова щільність ґрунту,

$\sigma_m$  – середня або гідростатична напруга у досліджуваному об'ємі,

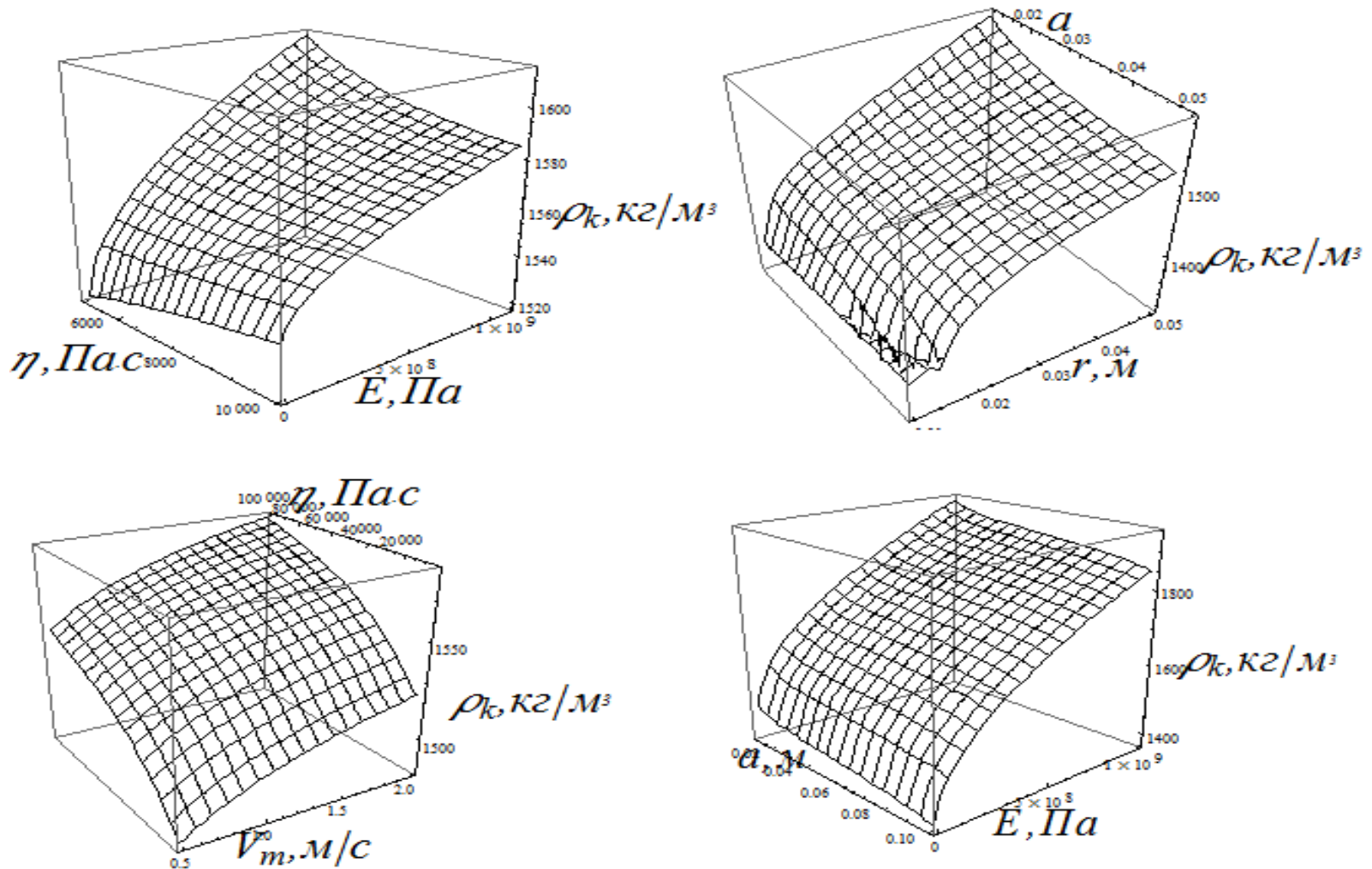
$\tau_{max}$  – максимальна дотична напруга у досліджуваному об'ємі,

$b$  – емпіричний коефіцієнт

Величина гідростатичної напруги визначається як:

$\sigma_m = (\sigma_x + \sigma_z + \sigma_y)/3$ , а величина максимальної дотичної напруги для прикладних рішень, відповідно до результатів досліджень Новожилова В.В., може бути представлена середньоквадратичним компонент дотичних напруг у вигляді  $\tau_{max} = \sqrt{(\tau_{xy}^2 + \tau_{xz}^2 + \tau_{yz}^2)/3}$ .

Графічне представлення змін щільності ґрунту на поверхні контакту в залежності від її механічних властивостей і параметрів конусної частини



## Визначення сил опору пересуванню ґрунту конусної частини робочого органу

- Компоненти тисків на поверхню конусної частини на основі рівнянь рівноваги на поверхні контакту:

$$dF_x = \sigma_x l_k + \tau_{xy} m_k + \tau_{xz} n_k; \quad dF_y = \sigma_y m_k + \tau_{xy} l_k + \tau_{yz} n_k;$$

$$dF_z = \sigma_z n_k + \tau_{xz} l_k + \tau_{yz} m_k.$$

- Інтегрування тисків по площинах дає складові сил опору:

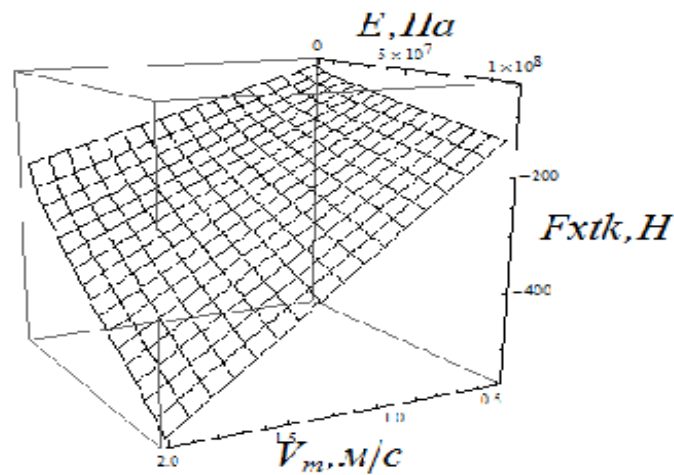
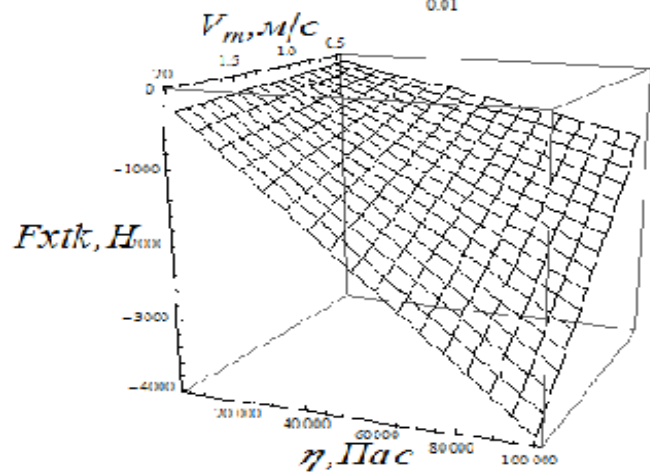
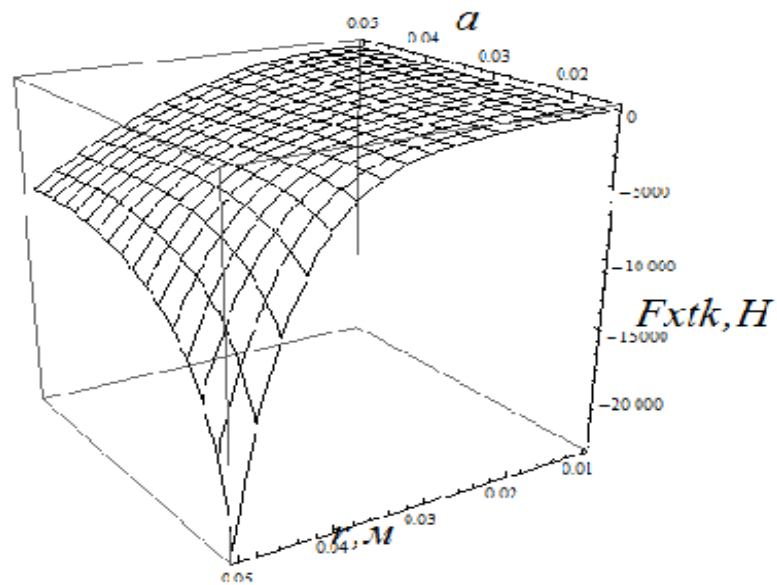
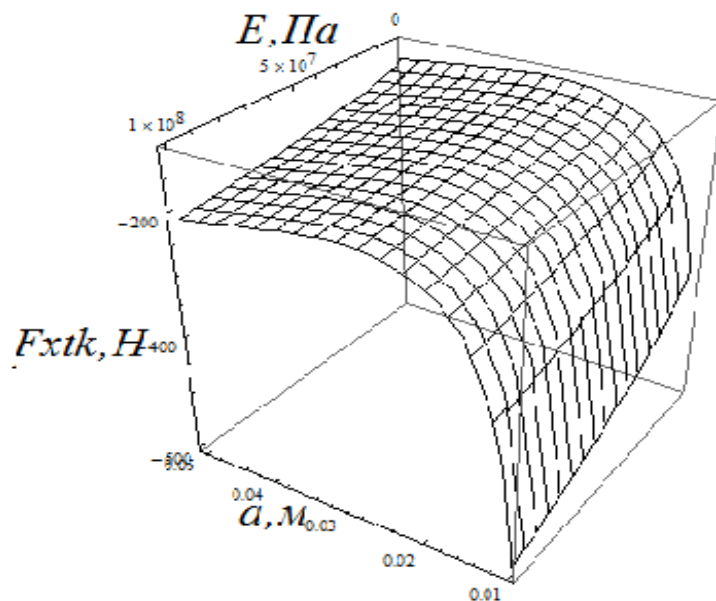
$$F_x = \int_{-r}^r \int_{-r}^r dF_x d\eta d\zeta; \quad F_y = \int_{-r}^r \int_{-r}^0 dF_y d\xi d\zeta; \quad dF_z = \int_{-r}^r \int_{-r}^0 dF_z d\xi d\eta.$$

- Сумарний опір переміщенню в напрямку руху:

- $$F_{xtk} = F_x - \left( \sqrt{(F_y m_k)^2 + (F_z n_k)^2} \right) \operatorname{tg} \psi, \quad \psi \text{ -- кут зовнішнього тертя}$$

ґрунту – поверхня конуса

Графічне представлення змін сил опору ґрунту в напрямку руху робочого органу в залежності від її механічних властивостей ґрунту і параметрів конусної частини



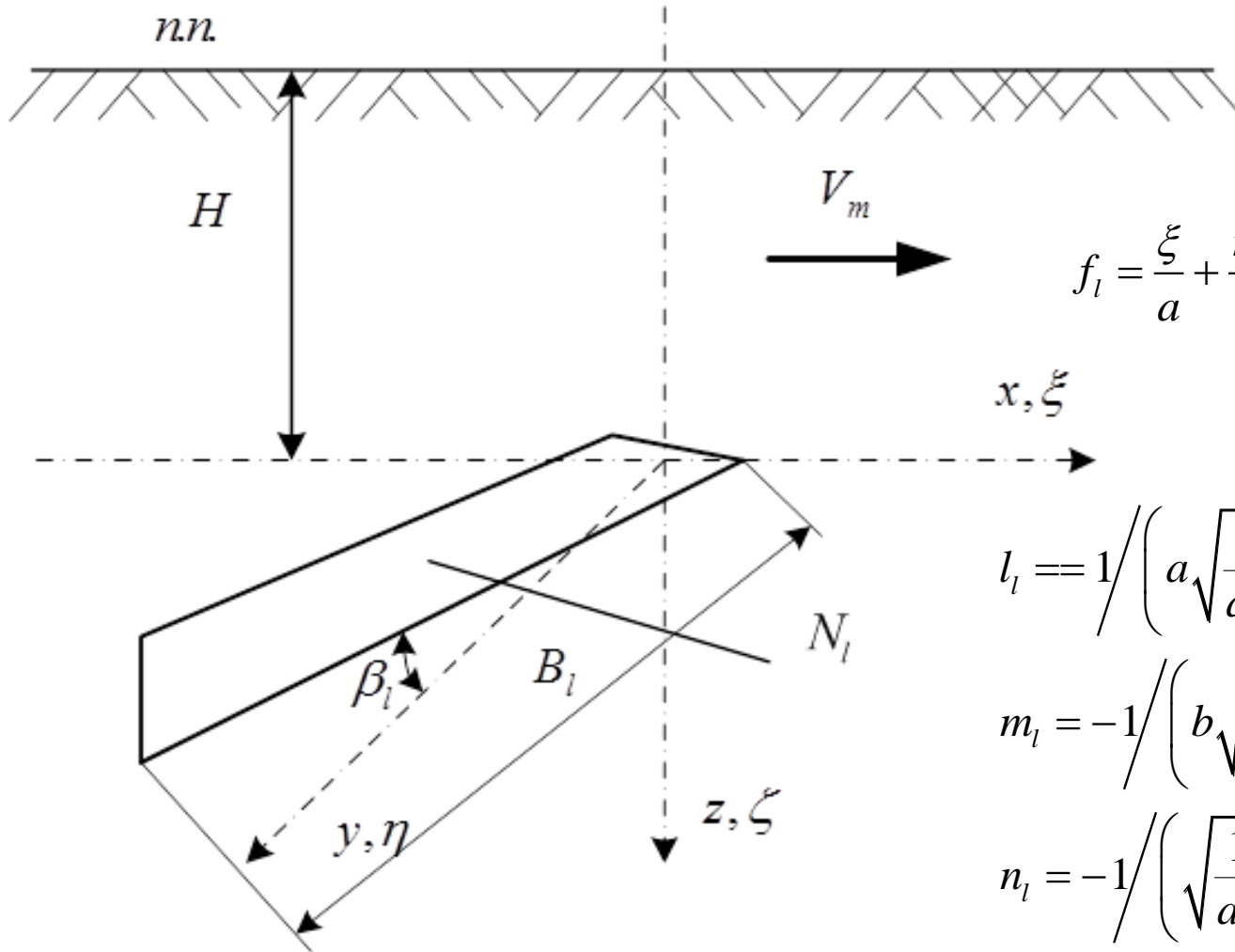


Таким чином, в результаті проведеного аналізу отримані компоненти швидкостей відносних деформацій ґрунту на поверхні контакту з конусним кротователем. Ці вирази є вихідними для подальшого визначення компонент напружень в ґрунті, які дозволяють визначити ущільнення ґрунту на стінках утвореної кротовини і складові сил опору переміщенню кротователя.

На підставі проведеного аналізу динаміки контактної взаємодії кротователя з ґрунтом встановлені компоненти нормальних і зсувних напружень ґрунту на поверхні контакту. Визначено напрямки та величини ущільнення ґрунту в залежності від механічних властивостей ґрунту, геометричних параметрів кротователя і швидкості його поступального переміщення. Визначено складові сил опору ґрунту руху кротователя в ґрунті в залежності від геометричних параметрів та швидкості його поступального переміщення, а також механічних властивостей ґрунту.

Аналізуючи залежності ущільнення ґрунту стінок утвореної кротовини і опір ґрунту пересуванню робочого органу, можна прийти до висновку, що для більшості ґрунтів за механічними характеристиками найбільш раціональними будуть наступні геометричні параметри конусної частини робочого органу: загострення,  $a \approx 0.02 r$  радіус підстави конуса, де  $r_t$  - радіус труби зрошувача, при швидкості руху  $V_m \approx 1 \text{ м/с}$

# Аналіз ущільнення ґрунту лемішною частиною робочого органу для утворення порожнини



$$f_l = \frac{\xi}{a} + \frac{r - \eta}{b} + \frac{(r/2) - \zeta}{c} = 0$$

$$l_l = 1 / \left( a \sqrt{\frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2} + \frac{1}{c^2}} \right);$$

$$m_l = -1 / \left( b \sqrt{\frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2} + \frac{1}{c^2}} \right);$$

$$n_l = -1 / \left( \sqrt{\frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2} + \frac{1}{c^2}} c \right).$$

Косинуси кутів нахилу нормалі до поверхні і  
компоненти швидкостей на поверхні лемеша

$$l_l = \frac{\partial f_l / \partial \xi}{\sqrt{(\partial f_l / \partial \xi)^2 + (\partial f_l / \partial \eta)^2 + (\partial f_l / \partial \zeta)^2}} = 1 / \left( a \sqrt{\frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2} + \frac{1}{c^2}} \right);$$

$$m_l = \frac{\partial f_l / \partial \eta}{\sqrt{(\partial f_l / \partial \xi)^2 + (\partial f_l / \partial \eta)^2 + (\partial f_l / \partial \zeta)^2}} = -1 / \left( b \sqrt{\frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2} + \frac{1}{c^2}} \right);$$

$$n_l = \frac{\partial f_l / \partial \zeta}{\sqrt{(\partial f_l / \partial \xi)^2 + (\partial f_l / \partial \eta)^2 + (\partial f_l / \partial \zeta)^2}} = -1 / \left( \sqrt{\frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2} + \frac{1}{c^2}} c \right).$$

Компоненты скоростей:

$$v_{l0} = V_{nl} m_l = -aV_m / b; w_{l0} = V_{nl} n_l = -aV_m / c; u_{l0} = V_{nl} l_l = V_m$$

# Диференціальні функції компонент швидкостей переміщень грунту

$$\begin{aligned}
 du_l &= \frac{d^2}{d\eta_l d\zeta_l} \int_0^B \int_{-r}^r \frac{a_0 u_{l0} (x - \xi_l + \delta)}{((x - \xi_l + \delta)^2 + (y - \eta_l + \delta)^2 + (z - \zeta_l + \delta)^2)^{3/2}} d\xi_l d\eta_l = \\
 &= \frac{15 a_0 V_m (z + \delta - \zeta_l)(y + \delta - \eta_l)(x + \delta - \xi_l)}{((z + \delta - \zeta_l)^2 + (y + \delta - \eta_l)^2 + (x + \delta - \xi_l)^2)^{7/2}}; \\
 dv_l &= \frac{d^2}{d\zeta_l d\xi_l} \int_{-r}^r \int_0^{L_l} \frac{a_0 v_{l0} (y - \eta_k + \delta)}{((x - \xi_l + \delta)^2 + (y - \eta_l + \delta)^2 + (z - \zeta_l + \delta)^2)^{3/2}} d\xi_l d\zeta_l = \\
 &= -\frac{15 a a_0 V_m (z + \delta - \zeta_l)(y + \delta - \eta_l)(x + \delta - \xi_l)}{b((z + \delta - \zeta_l)^2 + (y + \delta - \eta_l)^2 + (x + \delta - \xi_l)^2)^{7/2}}; \\
 dw_l &= \frac{d^2}{d\eta_l d\zeta_l} \int_r^{BL_l} \int_0^{BL_l} \frac{a_0 w_{l0} (z - \zeta_l + \delta)}{((x - \xi_l + \delta)^2 + (y - \eta_l + \delta)^2 + (z - \zeta_l + \delta)^2)^{3/2}} d\xi_l d\eta_l = \\
 &= -\frac{15 a a_0 V_m (z + \delta - \zeta_l)(y + \delta - \eta_l)(x + \delta - \xi_l)}{c((z + \delta - \zeta_l)^2 + (y + \delta - \eta_l)^2 + (x + \delta - \xi_l)^2)^{7/2}}.
 \end{aligned}$$

# Диференціальні складові компонент швидкостей деформацій грунту від дії лемеші

$$d\dot{\tau}_{xl} = \frac{d}{dx} du_l =$$

$$= \frac{15a_0 V_m (z + \delta - \zeta_l)(y + \delta - \eta_l)((z + \delta - \zeta_l)^2 + (y + \delta - \eta_l)^2 - 6(x + \delta - \xi_l)^2)}{((z + \delta - \zeta_l)^2 + (y + \delta - \eta_l)^2 + (x + \delta - \xi_l)^2)^{9/2}};$$

.....

.

.

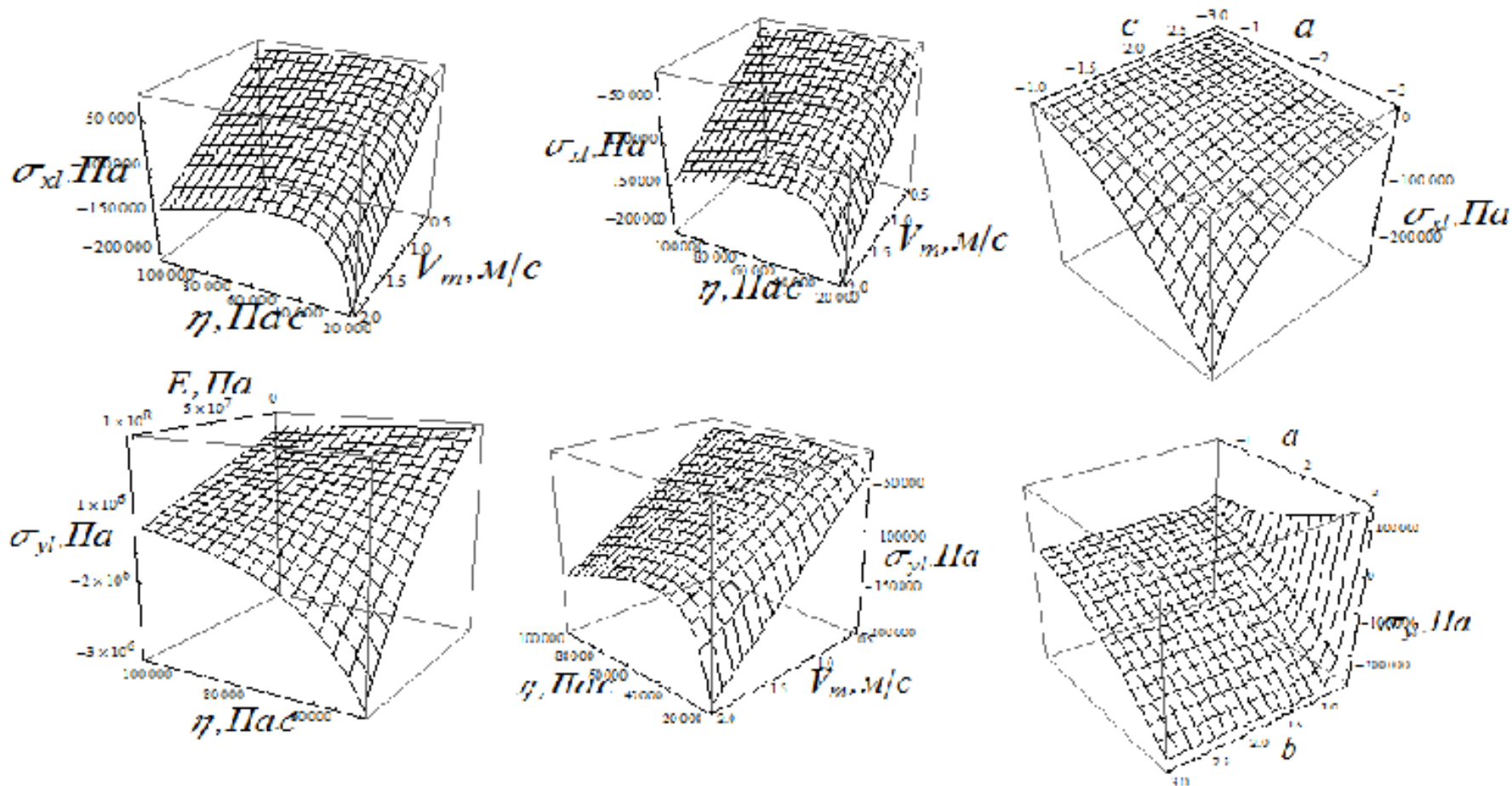
.....

$$d\dot{\gamma}_{yzl} = \frac{d}{dz} dv_l + \frac{d}{dy} dw_l = 15a a_0 V_m (x + \delta - \xi_l) \times$$

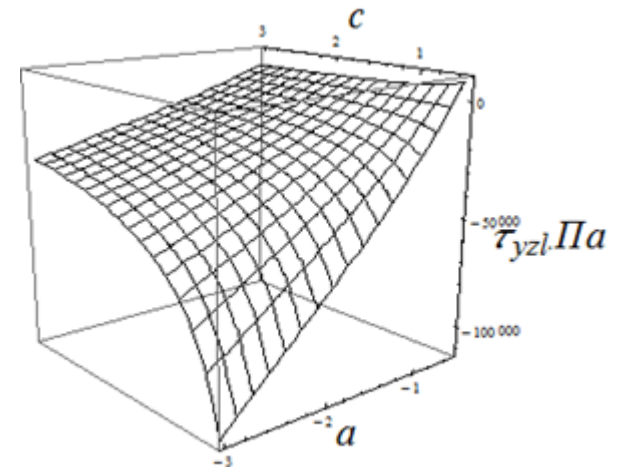
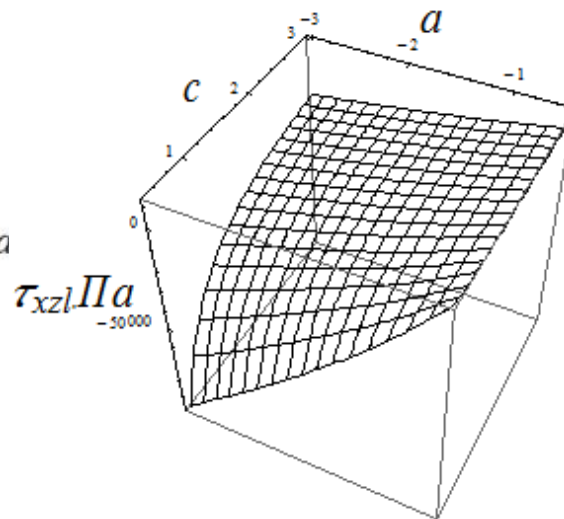
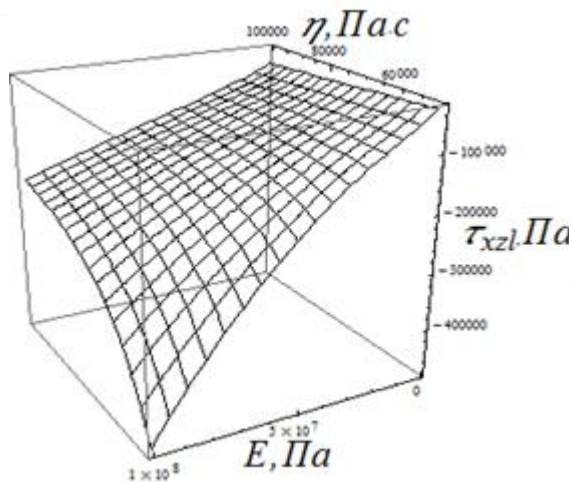
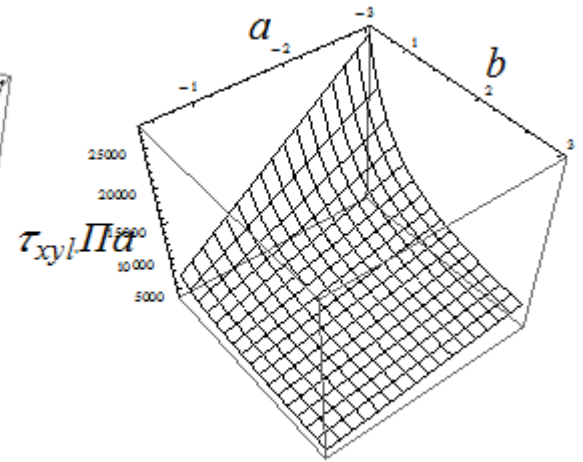
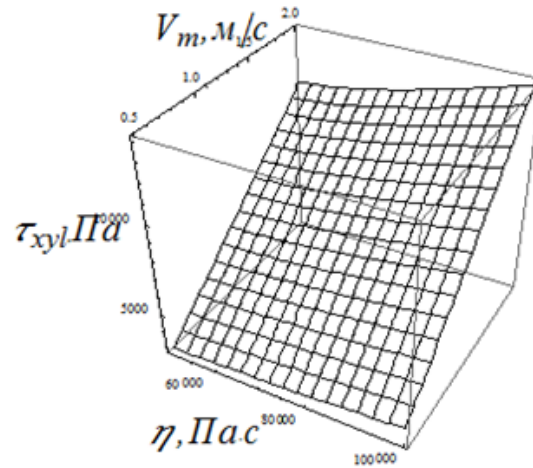
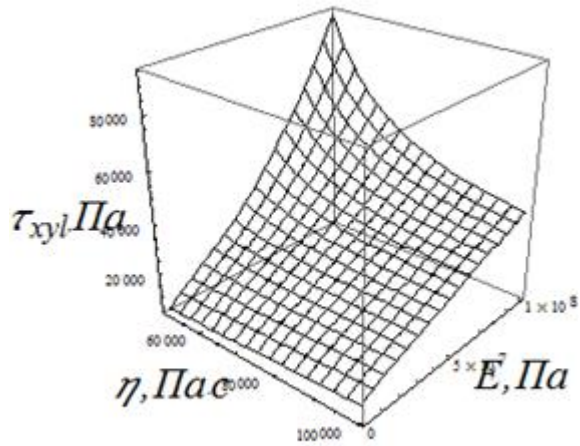
$$\left( \begin{aligned} & - \frac{(y + \delta - \eta_l)((x + \delta - \xi_l)^2 + (y + \delta - \eta_l)^2 + (z + \delta - \zeta_l)^2)}{b} + \frac{7(y + \delta - \eta_l)(z + \delta - \zeta_l)^2}{b} + \\ & + \frac{(z + \delta - \zeta_l)((x + \delta - \xi_l)^2 + (y + \delta - \eta_l)^2 + (z + \delta - \zeta_l)^2) - 7(y + \delta - \eta_l)^2(z + \delta - \zeta_l)}{c} \end{aligned} \right)$$

$$\times \frac{1}{((x + \delta - \xi_l)^2 + (y + \delta - \eta_l)^2 + (z + \delta - \zeta_l)^2)^{9/2}}$$

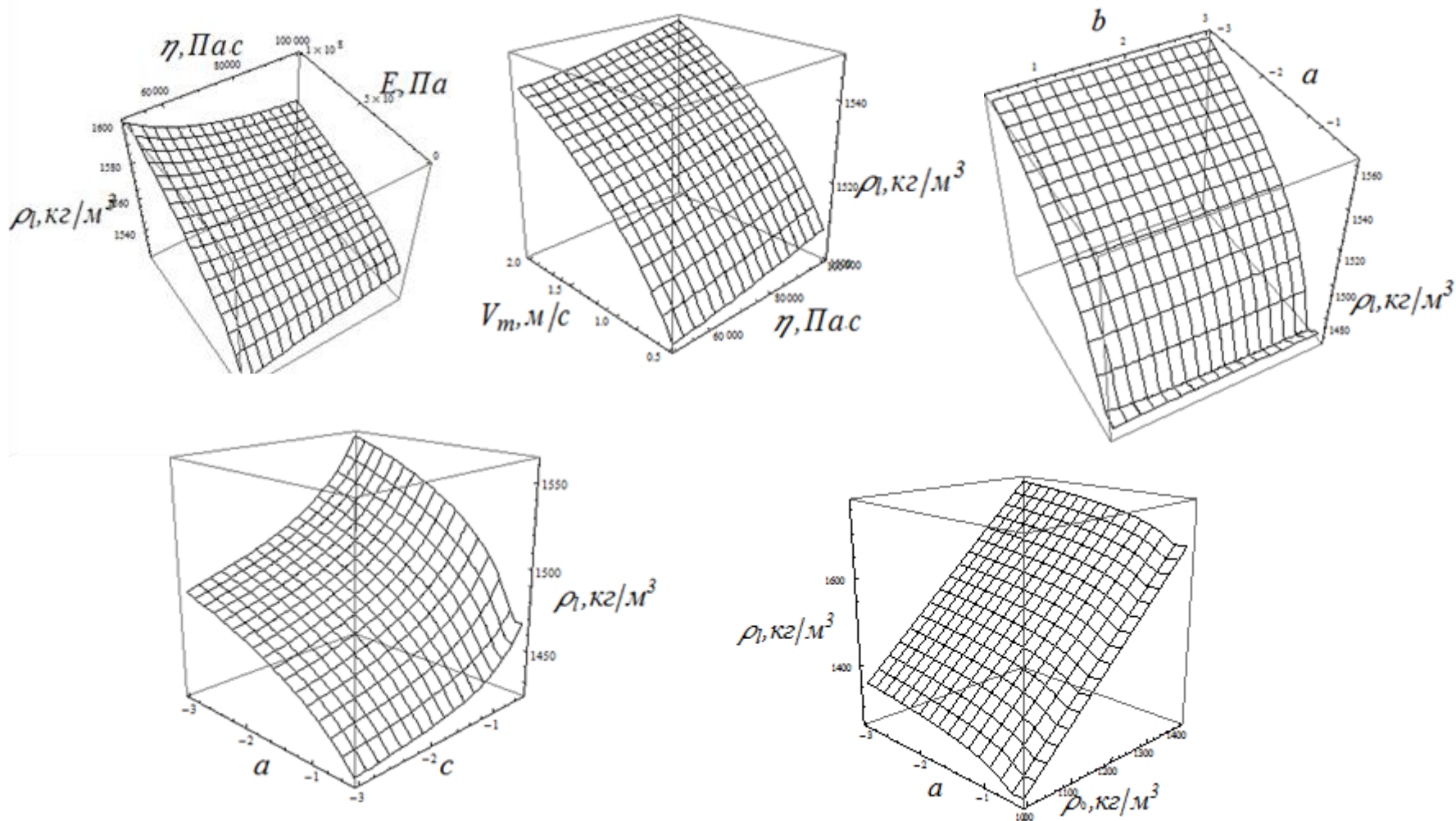
Компоненти напружень в ґрунті (ґрунті) визначаються аналогічно, як і для конуса. Графіки залежності компонент напружень від механічних властивостей ґрунту (ґрунту) і параметрів лемеша



# Графіки залежності компонент напружень від механічних властивостей ґрунту і параметрів лемеша



Функції зміни щільності ґрунту визначаються аналогічно, як і для конусної частини робочого органу. Графічна інтерпретація зміни щільності





Розподіл компонент тисків ґрунту на поверхню лемеша можуть бути визначені з умов рівноваги на поверхні

$$dF_{xl} = \sigma_{xl}l_l + \tau_{xyl}m_l + \tau_{xzl}n_l; dF_{yl} = \tau_{xyl}l_l + \sigma_{yl}m_l + \tau_{yzl}n_l;$$

$$dF_{zl} = \tau_{xzl}l_l + \tau_{yzl}m_l + \sigma_{zl}n_l,$$

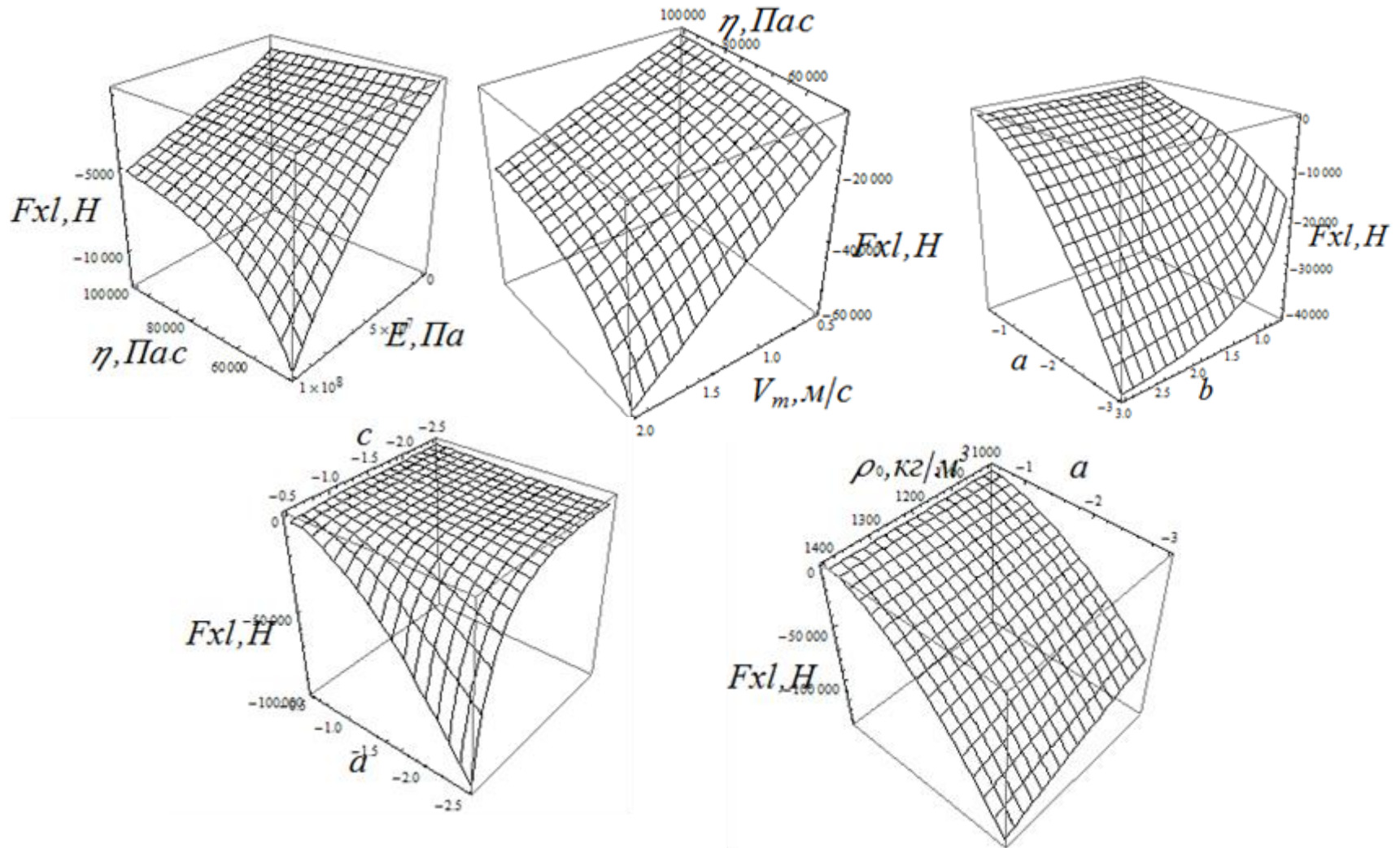
- Компоненти сил опору ґрунту руху лемеша:

$$F_{xl} = \int_{-r}^r \int_0^B dF_{xl} d\eta_l d\zeta_l; F_{yl} = \int_{-r}^r \int_0^{L_l} dF_{yl} d\xi_l d\zeta_l; dF_{zl} = \int_0^B \int_0^{L_l} dF_{zl} d\xi_l d\eta_l.$$

- Сила опору руху лемеша в напрямку переміщення робочого органу:

$$F_{xtl} = F_{xl} - \left( \sqrt{(F_{yl} m_l)^2 + (F_{zl} n_l)^2} \right) \operatorname{tg} \psi,$$

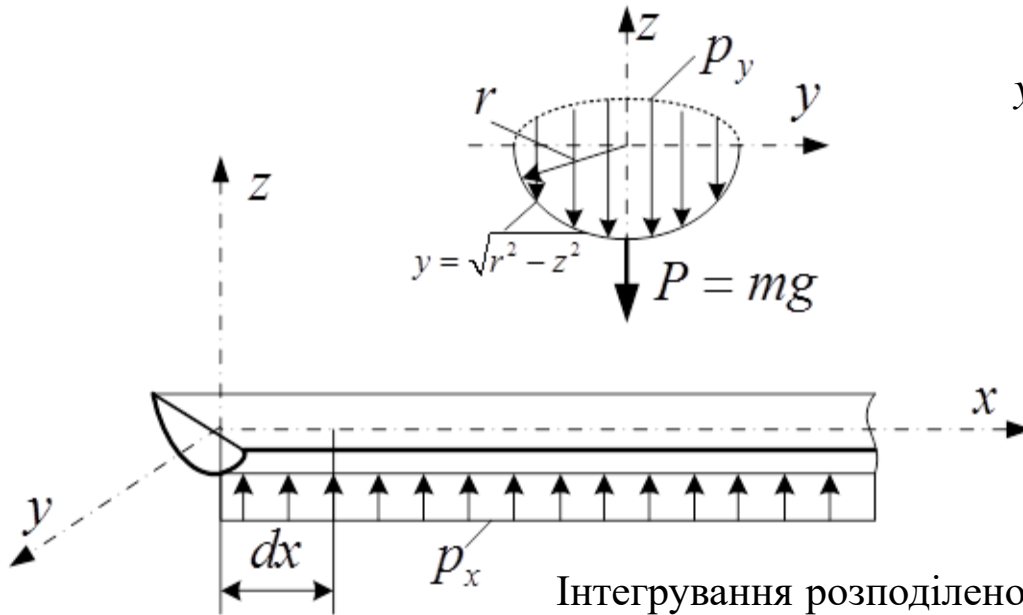
Графіки залежності зміни сили опору переміщенню лемеші від його параметрів і механічних властивостей ґрунту



## Результати аналізу взаємодії лемеші з ґрунтом

- Таким чином, в результаті проведеного аналізу отримані компоненти швидкостей відносних деформацій ґрунту на поверхні контакту з лемішними робочим органом, а також компоненти напружень в ґрунті (ґрунті) на поверхні контакту з лемішними частиною робочого органу. Отримано залежності ущільнення ґрунту і складові опору ґрунту руху робочого органу в залежності від геометричних параметрів та режимів руху робочого органу, а також механічних властивостей ґрунту (ґрунту).
- Дослідження показали, що для забезпечення безперешкодної протягання екрану (мінімальне тертя екрану об стінки щілини) леміш може бути виконаний у вигляді площини з мінімально можливими коефіцієнтами  $b < 1$  та  $c < -1$ , при цьому коефіцієнт з урахуванням геометричних розмірів  $a \rightarrow -2$  такій площині. При таких параметрах площина лемеші забезпечить максимально можливе ущільнення ґрунту при найменш можливіому опорі руху робочого органу.

# Аналіз витрат енергії на протягування труби зволожувача і екрану



$$y = \sqrt{r^2 - z^2}; z = \sqrt{r^2 - y^2},$$

$$\left(\frac{P}{2r}\right) = \frac{d}{dy} \int_{-r}^r p_y \sqrt{1 + (z'[y])^2} dy,$$

$$\left(\frac{P}{2r}\right) = p_y \sqrt{1 + (z'[y])^2}, \quad P = mg$$

$$p_y = P / \left(2r \sqrt{r^2 / (r^2 - y^2)}\right)$$

Інтегрування розподіленої сили по довжині перерізу:

$$F_m = tg[\psi] \int_{-r}^r mg / \left(2r \sqrt{r^2 / (r^2 - y^2)}\right) dy = \frac{g m \pi \sqrt{r^2} tg[\psi]}{4 |r|}$$

Інтегрування по довжині протягання труби:

$$F_t = \int \frac{g m \pi \sqrt{r^2} tg[\psi]}{4 |r|} dx = \frac{x g m \pi \sqrt{r^2} tg[\psi]}{4 |r|}$$

Аналогічно для екрана:

Розподілена сила:

$$p_{ye} = m_e g / (2b)$$

$$F_{me} = tg[\psi_e] \int_{-r}^r m_e g / (2b) dy = g m_e tg[\psi_e]$$

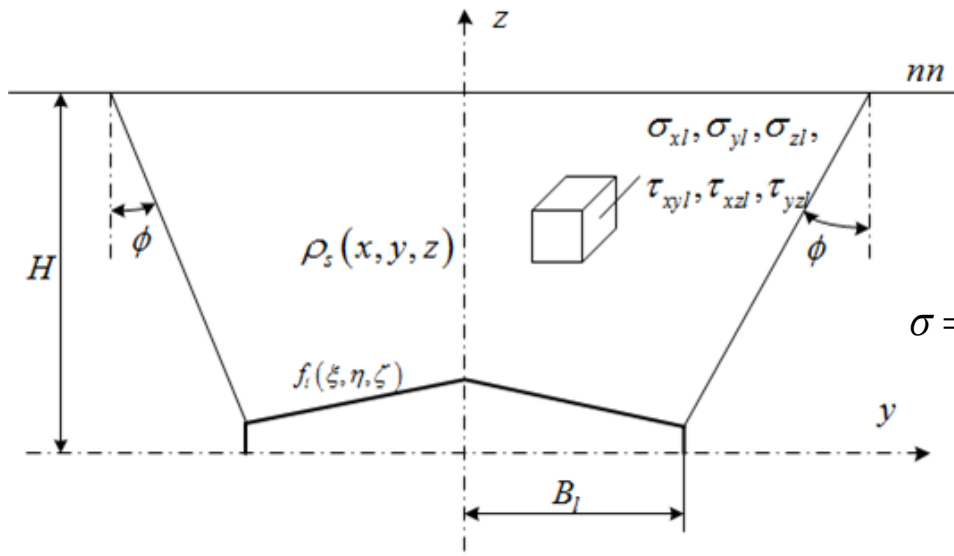
$$F_{te} = \int g m_e tg[\psi_e] dx = x g m_e tg[\psi_e]$$

# Аналіз процесу сводообразовани після проходження лемішними частини робочого органу

- Критерій міцності для сипучої дискретної середовища (окремий випадок пластичності):

$$k = \frac{-3(\sigma \sin[\phi] + \tau_0 \cos[\phi])}{-3 + \sin[\phi]}$$

- де  $\sigma$  - гідростатичний напруга на поверхні можливого ковзання по лінії руйнування,  $\phi$  - кут внутрішнього тертя ґрунту (ґрунту),  $\tau_0$  - початкова напруга зсуву (або часто вживаний термін «коефіцієнт зчеплення»).



Гідростатична напруга в квазіємкості по Дженік Е.В.

$$\sigma = \frac{1}{3} b g \rho \left( 1 + e^{\frac{z}{b + H \operatorname{tg}[\phi]}} \times \operatorname{arctg} \left[ \frac{b + H \operatorname{tg}[\phi]}{b + y + H \operatorname{tg}[\phi]} \right] \right) (-3 + \sin[\phi])$$

## Напруження створені тиском ґрунту в квазіємкості і напруги створені після проходження лемішними частини

- Критичне напруження створене тиском ґрунту на зведення:

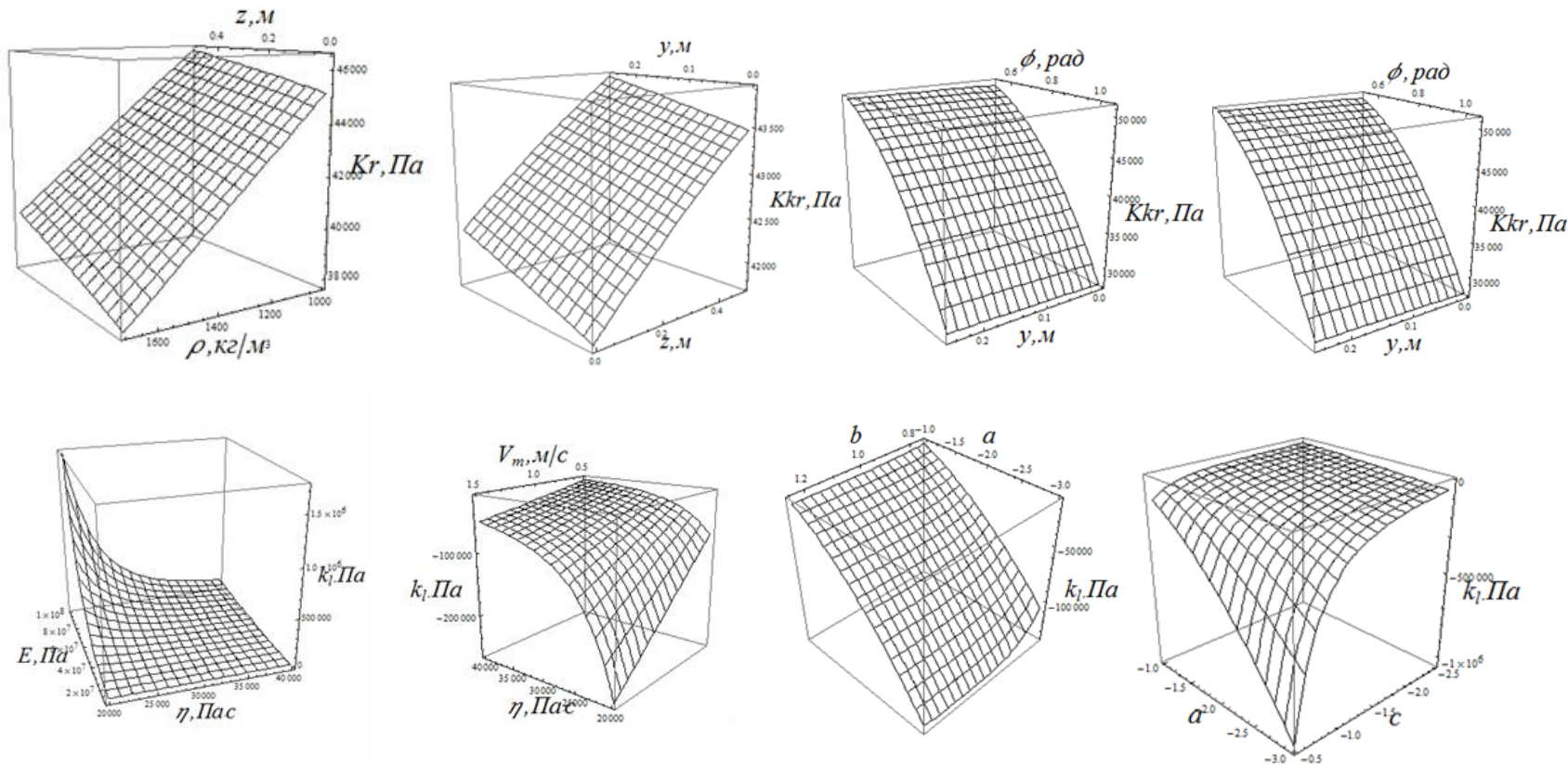
$$k_{kr} = \frac{e^{\frac{z}{b+H \operatorname{tg}[\phi]}} \left( -bg \rho \operatorname{arctg} \left[ \frac{b + H \operatorname{tg}[\phi]}{b + y + H \operatorname{tg}[\phi]} \right] (-1 + \cos[2\phi] + 6\sin[\phi]) - \right. \\ \left. - e^{\frac{z}{b+H \operatorname{tg}[\phi]}} (\tau_0 \cos[\phi](-9 + \sin[\phi]) + bg \rho(-1 + \cos[2\phi] + 6\sin[\phi])) \right)}{(-3 + \sin[\phi])^2}$$

- Гранична напруга створюється у зведенні ґрунту після проходження лемішними частини робочого органу при раціональних параметрах, при цьому визначена по значенням компонент напружень отриманих при аналізі його взаємодії з ґрунтом:

$$k_l = \frac{-3(\sigma_l \sin[\phi] + \tau_0 \cos[\phi])}{-3 + \sin[\phi]}$$

- Графічна інтерпретація наведених залежностей представлена на наступному слайді.

# Графіки критичних напружень в зведенні від тиску ґрунту і граничні напруги, створені лемішними частиною $k_l$



Аналізуючи величини критичних напруг  $K_{кр}$  Створених масою клина ґрунту над площиною, у верхній частині площини, створеної лемішною частиною робочого органу і критичною напругою  $k_l$ , створеним у верхні частині площини лемішною частиною робочого органу. При різних його параметрах і властивостях ґрунту, можна дійти до висновку, що критичні напруги, створені масою ґрунту, не перевищують у більшій частині областей існування параметрів лемеха і властивостей ґрунту критичних напруг, створених лемехом

## Програма експериментальних досліджень

Програмою експериментальних досліджень передбачалось:

- визначення механічних властивостей ґрунту, а саме щільності  $\rho$ ,  $г/см^3$ , модуля пружності  $E$ ,  $Па$ , коефіцієнта в'язкості  $\mu$ ,  $Пас$ , початкової напруги зсуву  $\tau_0$ ,  $Па$ ;
- перевірка адекватності отриманих теоретичних залежностей ущільнення ґрунту конусною або лемішною частинами робочого органу кротовача;
- перевірка адекватності отриманих теоретичних залежностей опору переміщенню робочого органу кротовача;
- перевірка адекватності отриманих теоретичних залежностей протягання зволожувача із протифільтраційним екраном.



## Робочий орган для протягування зволожувача з протягуванням зрошувача з протифільтраційним екраном



Загальний вигляд робочого органу для протягання зрошувача з протифільтраційним екраном, закріпленого до стійки щелеріза.

- 1 – стійка щелеріза;
- 2 – кротовиноутворююча частина;
- 3 – лемішна частина;
- 4 – затискна частина для кріплення протифільтраційного екрана;
- 5 – тяговий провідок для самовстановлення робочого органу.

# Методика виміру тягового опору

Вимірювання тягового опору руху робочого органу проводили за наступною методикою.

На першому етапі визначався тяговий опір  $P_t$  руху стійки щелеріза без закріпленого до неї робочого органу.

Далі визначався сумарний опір руху стійки  $P_t$  із закріпленням до неї робочим органом для утворення порожнини. При цьому опір руху робочого органу для утворення порожнини визначалась як різниця сумарного опору за виключенням опору стійки  $P_{po} = P_s - P_c$ , де  $P_{po}, P_s$  - опір робочого органу і вимірний опір, відповідно.

На наступному етапі проводилось динамометрування системи: стійка з робочим органом і закріпленою трубою зрошувача. При цьому зусилля протягування труби зрошувача визначалось як різниця  $P_t = P_{cc} - P_c$ , де  $P_t, P_{cc}$  - опір протягуванню труби зрошувача органа і вимірюванн опору, відповідно.

На завершальному етапі тензометрування проводилось протягання всего комплекту, який складається із зстійки із закріпленням до неї робочим органом і прикріпленої до неї системи зрошувача у вигляді труби з протифільтраційним екраном, при цьому опір протягання протифільтраційного екрана визначалось як різниця  $P_b = P_{ccc} - P_{cc}$ , де  $P_{ccc}, P_{cc}$  - опір потягуванню всієї системи і опір протягуванню, яке отримано у попередньому експерименті.

Всі виміри опорів проводились у триразовій, тобто мінімально допустимій, повторності. Це пов'язано із великою трудоемкістю і затратністю проведення експериментальних досліджень.

# Загальний вигляд агрегату і способу агрегатування при тензометрування



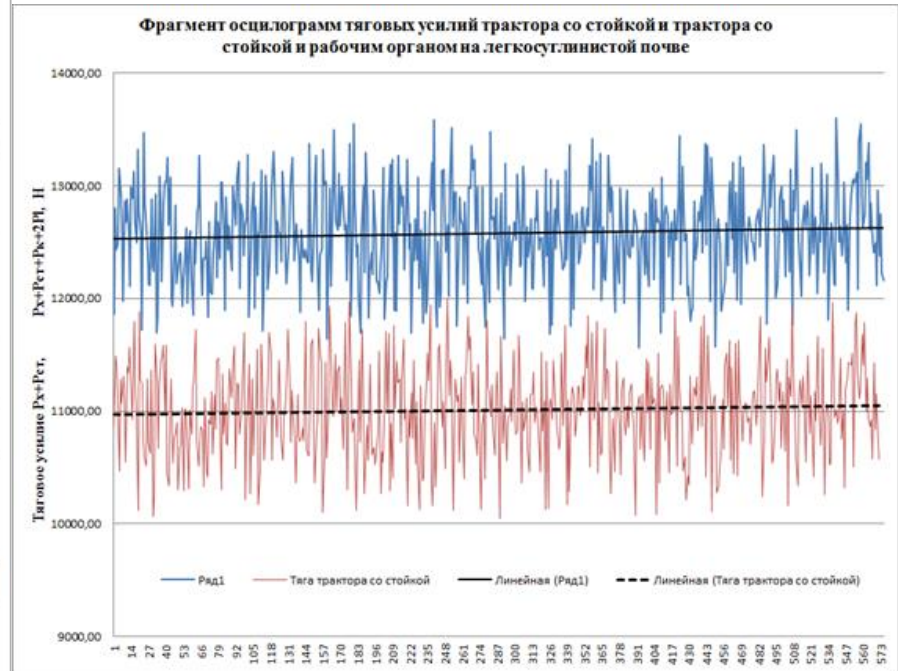
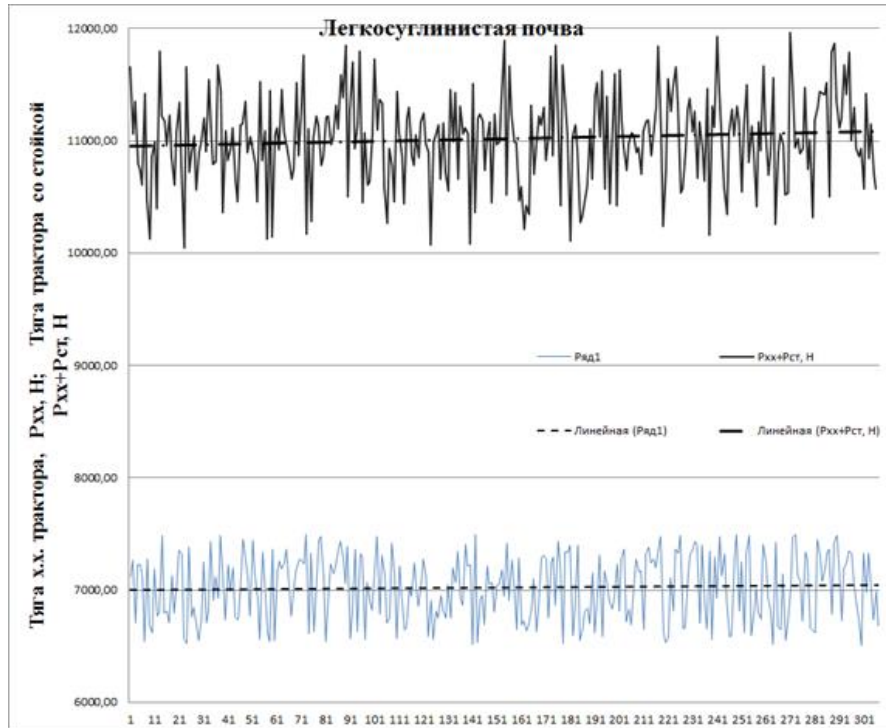


## Загальний вигляд покладеної труби зрошувача з протифільтраційним екраном



# Характерні осцилограми записи тягових опорів на легкосуглинистій ґрунті

$$\tau_0 = 2000 \text{ Па}, \nu = 0.4, \rho = 1400 \text{ кг} / \text{м}^3, \eta_1 = 3.8 \cdot 10^4 \text{ Па} \cdot \text{с}, E = 3.63 \cdot 10^7 \text{ Па}, \psi = \pi/4$$



Фрагмент характерних осцилограм тягового опору: 1 – осцилограма тягового опору холостого ходу трактора на буксирі, 2 –  $P_{xx} + P_{cr}$  осцилограма тягового опору трактора на буксирі зі стійкою кріплення робочого органу, рядки 3, 4 – лінійні апроксимації осцилограм (рядок 1 і рядок 2) для легкосуглинистого ґрунту.

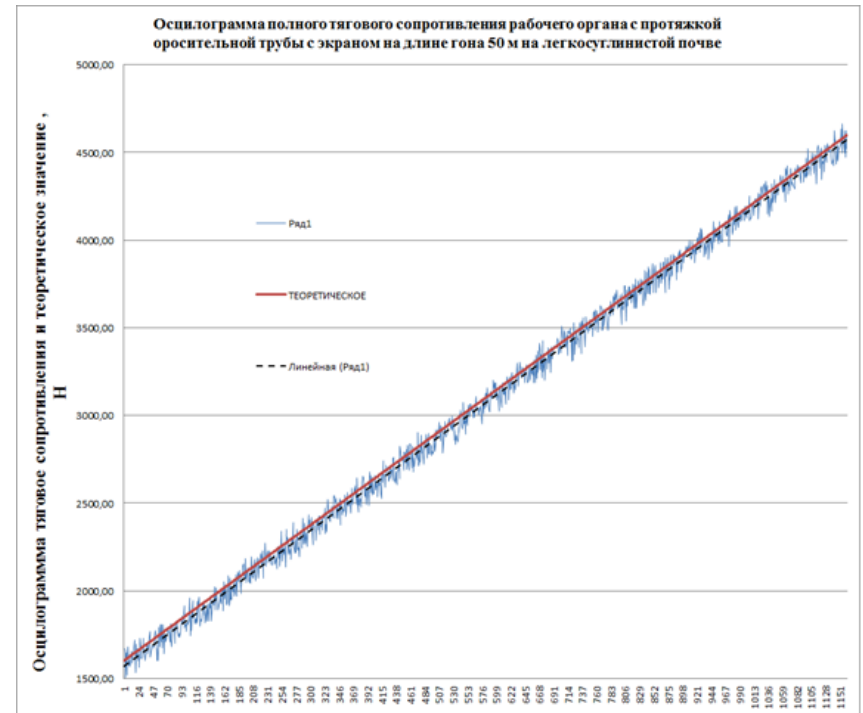
Фрагмент характерних осцилограм тягового опору робочого органу (конусна та лемішна частини): рядок 1 – осцилограма тягового опору холостого ходу трактора на буксирі зі стійкою та робочим органом (конусна та лемішна частини), 2 –  $P_{xx} + P_{cr}$  осцилограма тягового опору трактора на буксирі зі стійкою кріплення робочого органу, рядки 3, 4 – лінійні апроксимації осцилограм (рядок 1 і рядок 2) для легкосуглинистого ґрунту.

# Характерні осцилограми записи тягових опорів на легкосуглинистої ґрунті

$$\tau_0 = 2000 \text{ Па}, \nu = 0.4, \rho = 1400 \text{ кг} / \text{м}^3, \eta_1 = 3.8 \cdot 10^4 \text{ Па с}, E = 3.63 \cdot 10^7 \text{ Па}, \psi = \pi/4$$



Фрагмент характерних осцилограм тягового опору робочого органу (конусна і лемішна частини): ряд 1 – осцилограма тягового опору робочого органу (конусна і лемішна частини), 2 – теоретичне значення тягового опору робочого органу (конусна і лемішна частини), ряд 3 – лінійна апроксимація осцилограми (ряд 1) для легкосуглинистого ґрунту.

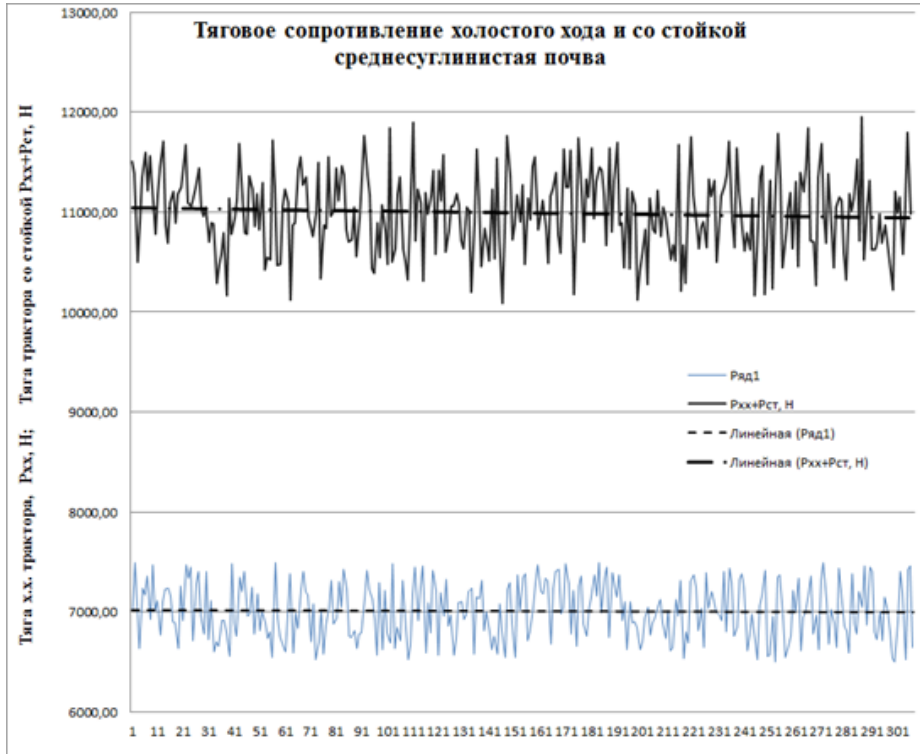


Повний запис тягового опору робочого органу з протяганням зрошувачів труби і протифільтраційного екрану на довжині гону 50 м: рядок 1 – осцилограма, рядок 2 – теоретичне значення опору, рядок 3 – лінійна апроксимація осцилограми 1 для легкосуглинистого ґрунту.



# Характерні осцилограми запису тягових опорів на середньосуглинистому ґрунті

$$E_2 = 7.02743 \cdot 10^7 \text{ Па}, \eta_2 = 45115 \text{ Пас}, \tau_{02} = 4970 \text{ Па}, \rho_s = 1480 \div 1520 \text{ кг / м}^3, \psi = \pi/4$$

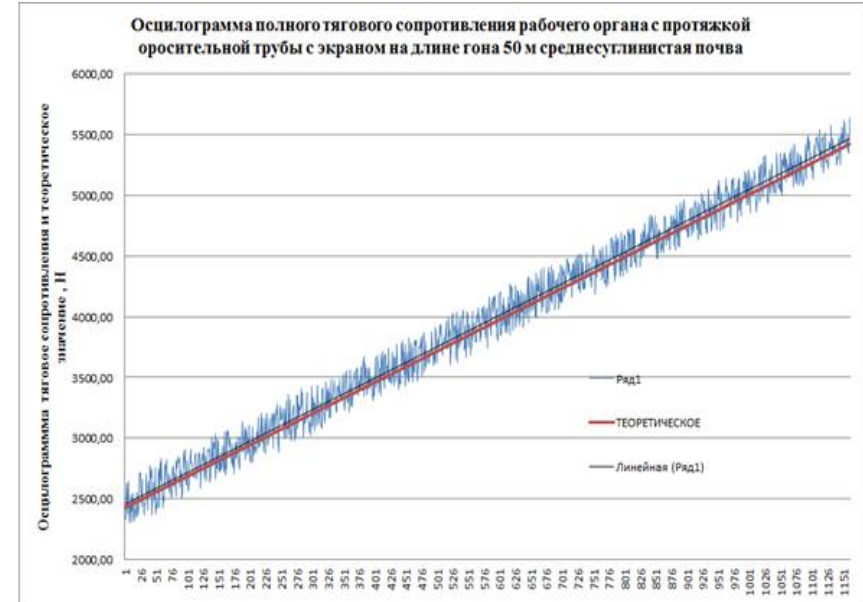


Фрагмент характерних осцилограмм тягового опоры: рядок 1 – осцилограма тягового опоры холостого ходу трактора на бусирі, 2 –  $P_{xx} + P_{cr}$  осцилограма тягового опоры трактора на бусирі зі стійкою кріплення робочого органу, рядки 3, 4 – лінійні апроксимації осцилограм (рядок 1 і рядок 2) для середньосуглинистого ґрунту.

Фрагмент характерних осцилограмм тягового опоры робочего органу (конусна і лемішна частини): ряд 1 – осцилограма тягового опоры холостого ходу трактора на бусирі зі стійкою та робочим органом (конусна і лемішна частини), 2 –  $P_{xx} + P_{cr}$  осцилограма тягового опоры трактора на бусирі зі стійкою кріплення робочого органу, рядки 3, 4 – лінійні апроксимації осцилограм (рядок 1 і рядок 2) для середньосуглинистого ґрунту.

# Характерні осцилограми запису тягових опорів на середньосуглинистому ґрунті

$$E_2 = 7.02743 \cdot 10^7 \text{ Па}, \eta_2 = 45115 \text{ Пас}, \tau_{02} = 4970 \text{ Па}, \rho_s = 1480 \div 1520 \text{ кг / м}^3, \psi = \pi/4$$



Фрагмент характерних осцилограм тягового опору робочого органу (конусна і лемішна частини): ряд 1 – осцилограма тягового опору робочого органу (конусна і лемішна частини), 2 – теоретичне значення тягового опору робочого органу (конусна і лемішна частини), ряд 3 – лінійна апроксимація осцилограми (ряд 1) для середньосуглинистого ґрунту.

Повний запис тягового опору робочого органу з протяганням зрошувальної труби і протифільтраційного екрану на довжині гону 50 м: рядок 1 – осцилограма, рядок 2 – теоретичне значення опору, рядок 3 – лінійна апроксимація осцилограми 1 для середньосуглинистого ґрунту.



# Висновки

У ході дослідження проаналізовані оптимальні способи укладання внутрішньогрунтових зрошувальних систем, які дозволили визначити раціональне технічне рішення для їх створення. Вирішені задачі, пов'язані з перебуванням раціональних параметрів і режимів роботи робочого органу для безтраншейного укладання зрошувальної труби разом з протифільтраційним екраном.

Аналіз результатів досліджень поширення рідини в ґрунті за умови загрози засолення ґрунту і в умовах підвищеного випаровування вологи з поверхні ґрунту дозволив зробити висновок про найбільш раціональному способі створення зрошувальних мереж. При цьому на основі проведеного аналізу внутріпочвенного поливу можна зробити висновок про те, що зрошувачі для багаторічних ґлодових насаджень можуть укладатися з кроком до 2 метрів на глибину близько 0,5 метра.

Результати вивчення закономірностей пересування вологи в ґрунті при внутріпочвенного зрошенні дозволяють зробити висновок про те, що найбільшого поширення вологи в перпендикулярному напрямку від осі оросителя буде забезпечуватися за рахунок дифузійного переносу вологи при мінімально можливих процесах фільтрації, які можливі при повному вологонасичення. Це обумовлює необхідність використання проти фільтраційного екрана.

Аналіз способів укладання внутрішньогрунтового зрошувальних систем з протифільтраційним екраном дозволив зробити висновок про відсутність технічних засобів для виконання такої операції безтраншейним способом.

Найбільш адекватним, з точки зору формалізації взаємодії робочого органу для безтраншейного укладання зрошувальної труби разом з протифільтраційним екраном, є уявлення ґрунту як квазісуцільного ізотропного середовища з властивостями пружності і в'язкості.

На основі рішення контактної задачі взаємодії конусної частини робочого органу визначені її раціональні геометричні параметри, які в максимальній мірі ущільнюють стінки утворювати порожнини і забезпечують мінімум опору ґрунту її переміщенню. Так, для більшості ґрунтів за механічними характеристиками найбільш раціональними будуть наступні геометричні параметри конусної частини робочого органу: загострення, радіус підставки конуса,  $d$  - радіус труби зрошувача, при швидкості руху.

На основі рішення контактної задачі взаємодії лемішними частини робочого органу визначені її раціональні геометричні параметри, які в максимальній мірі ущільнюють стінки утвореної порожнини і забезпечують мінімум опору ґрунту її переміщенню. Для більшості ґрунтів за механічними характеристиками найбільш раціональними є такі геометричні параметри лемішної частини робочого органу. Леміш може бути виконаний у вигляді площини з мінімально можливими коефіцієнтами нахилів нормалі до поверхні до осей координат:  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  - геометричним розміром лемеші, який трохи перевищує полуширину протифільтраційного екрана 0,25 метра, при цьому висота проекції лемеші на вертикально-поперечну площину в зоні зіткнення з конусною частиною становить величину.

В результаті проведених теоретичних досліджень отримано аналітичні залежності сил опору ґрунту пересуванню робочого органу, які залежать від геометричних параметрів робочого органу, швидкості його переміщення і механічних властивостей ґрунту.

Аналізуючи величини критичних напружень у верхній частині порожнини, утвореної лемішною частиною робочого органу, створених вагою клина ґрунту над порожниною, і критичними напруженнями, створеними у верхній частині порожнини лемішною частиною робочого органу при різних його параметрах і властивостях ґрунту дозволяє судити про те, що верхня частина порожнини є стійкою проти руйнування і не повинна перешкоджати протягуванню проти фільтраційного екрана.

Адекватність отриманих теоретичних залежностей опору переміщенню робочого органу в ґрунті і опорів протягання зрошувальної труби разом з протифільтраційним екраном з результатами експериментальних досліджень на двох типах ґрунтів дозволяє судити про адекватність теоретичних результатів на статистичному рівні значущості.