

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”
Зав. кафедрою СГМ
к.т.н., доцент
_____Сергій ЛЕЩЕНКО
“ ____ ” _____ 2023 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА
за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему:

«Механізація вирощування лаванди з дослідженням фізико-механічних властивостей її насіння»

Виконав здобувач вищої освіти __ІІ__ курсу,
групи АІ-22М-1(1,4)
ОПП «Агроінженерія»
спеціальності 208 «Агроінженерія»
_____Богуславський Андрій Сергійович
« ____ » _____ 2023 р.

Керівник проекту
доцент, канд. техн. наук
_____Володимир АМОСОВ
« ____ » _____ 2023 р.
Рецензент _____

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет Агротехнічний

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Галузь знань 20 «Аграрні науки та продовольство»

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Сергій ЛЕЩЕНКО

«___» _____ 2023 року

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ

ЗА ДРУГИМ (МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ

ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

_____ Богуславського Андрія Сергійовича _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту) «Механізація вирощування лаванди з дослідженням фізико-механічних властивостей її насіння»

2. Керівник роботи (проекту) _____

Амосов Володимир Васильович, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання роботи до захисту 29.12.2023 р.

4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи (проекту) зниження витрат на вирощування лаванди шляхом підвищення якості та економії насіннєвого матеріалу.

Проаналізувати стан питання про дослідження фізико-механічних властивостей насіння лаванди та фрикційні сепаратори.

Зробити теоретичні дослідження руху насінин по похилій площині.

Провести експериментальні дослідження фізико-механічних властивостей насіння лаванди.

Розробити та сконструювати макет насіннєочисної установки.

Розробити технологічну карту вирощування лаванди вузьколистої.

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1–6	Доцент Амосов В.В.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Розробка та оформлення розділів 1 та 2	24.11.2023 р.	
2	Проведення необхідних розрахунків та оформлення розділу 3	01.12.2023 р.	
3	Проведення необхідних розрахунків та оформлення розділу 4	8.12.2023 р.	
4	Оформлення графічної частини ДР	15.12.2023 р.	
5	Проведення необхідних розрахунків та оформлення розділів 5 та 6	22.12.2023 р.	
6	Нормоконтроль, захист ДР на засіданні ДЕК	Згідно з графіком	

Дата видачі завдання

«___» _____ 2023 р.

Підпис керівника

_____ Амосов В.В.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

«___» _____ 2023 р.

Підпис здобувача _____

Богуславський А.С.
(прізвище та ініціали)

[illegible]

[illegible]

ЗМІСТ

1 ВСТУП.....	6
2 НАУКОВА ЧАСТИНА.....	8
2.1 Сучасний стан питання про дослідження фізико-механічних властивостей насіння лаванди	8
2.2 Аналіз конструкцій фрикційних сепараторів	11
2.3 Вимоги до якості насіння лаванди	14
2.4 Будова та технологічний процес роботи установки для сортування насіння лаванди	15
2.5 Теоретичні дослідження	16
2.6 Програма експериментальних досліджень	18
2.7 Методика експериментальних досліджень	18
2.8 Результати експериментальних досліджень	26
2.9 Обґрунтування параметрів експериментальної установки для сортування насіння лаванди	29
3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	33
3.1 Біологічні особливості лаванди	33
3.2 Технологія вирощування лаванди	34
3.3 Розробка технологічної карти вирощування лаванди	37
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	40
4.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів, які можуть виникнути при експлуатації установки	40
4.2 Розробка заходів по покращенню умов праці і усуненню небезпечних та шкідливих виробничих факторів	40
4.3 Заходи по пожежній профілактиці у господарстві	41
4.4 Висновки по розділу	42

					МВЛ 00.000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Механізація вирощування лаванди з дослідженням фізико-механічних властивостей її насіння	Літ.	Аркуш	Аркушів
Розробив		Богуславський						
Перевірів		Амосов						
Зав. від.						ЦНТУ, гр. АІ-22М-1(1,4)		
Н. контр.		Мачок						
Затверд.		Лещенко						

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	43
6 ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	47
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	48
ДОДАТКИ	51.

					МВЛ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ВСТУП

Актуальність дослідження. Лаванда вузьколиста – одна з пріоритетних ефіроолійних культур для вирощування в Україні. Господарська цінність її є дуже великою: широке використання в різних галузях промисловості, озеленення і ландшафтного дизайну, лікувальні властивості, що знаходять своє використання у медицині, перспективна культура для бджільництва та туризму, викликає позитивні екологічні процеси, що виникають на місці її вирощування.

Лаванда є багатогранною культурою: перелічені напрямки її використання є тільки частиною тієї користі, яку вона може дати людині та агроєкосистемі. Для розкриття її потенціалу потрібний творчий підхід і наукові дослідження, оскільки в умовах України вона є відносно мало вивченою культурою, а деяка інформація про неї є суперечливою.

Стимулюють інтерес до цієї культури також глобальні кліматичні зміни, зокрема підвищення температурного режиму та зменшення опадів. Що у свою чергу зумовлює можливість культивування цієї рослини на більшій території України. Також варто зазначити, що основні плантації лаванди залишились на території тимчасово окупованого Криму.

Лаванда може бути використана як крупними агропідприємствами, так і невеликими фермерськими господарствами. Є економічно вигідною культурою, що підтверджують плантації, які з'являються по всій території України, наприклад, Одеська область (55 га), Закарпатська область (м. Перечин – 8 га), невеликі ділянки в Львівській, Закарпатській, Тернопільській, Чернівецькій, Волинській, Кіровоградській, Житомирській, Київській, Полтавській та інших областях України [4].

Підсумовуючи вище сказане, виникає потреба у пошуках способів розширення сировинної бази та досліджень по здешевленню її вирощування.

Метою роботи є зниження витрат на вирощування лаванди шляхом підвищення якості та економії насіннєвого матеріалу.

					МВЛ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для реалізації поставленої мети були сформульовані **завдання** досліджень:

1. Аналіз стану питання про дослідження фізико-механічних властивостей насіння лаванди та фрикційні сепаратори.
2. Теоретичні дослідження руху насінин по похилій площині.
3. Експериментальні дослідження фізико-механічних властивостей насіння лаванди.
4. Розробка та конструювання макету насіннеочисної установки.
5. Розробка технологічної карти вирощування лаванди вузьколистої.

Об'єкт дослідження. Технологічний процес сортування та очищення насіння лаванди.

Предмет дослідження. Фізико-механічні властивості насіння та бутонів лаванди.

Методи та способи вирішення поставлених завдань. Лабораторний експеримент. Оптичний метод вимірювання розмірів. Математичне моделювання. Обробка результатів проводилась методами математичної статистики.

Науково-технічна новизна одержаних результатів: Визначено фізико-механічні властивості бутонів і насінин лаванди вузьколистої. Використано знання цих властивостей для відокремлення насіння. Теоретично змодельовано процес руху бутонів і насінин по похилій площині. Використано одержану математичну модель для визначення конструктивних параметрів фрикційного сепаратора. Виготовлено експериментальну установку для сепарації насіння лаванди. Проведені лабораторні експерименти підтвердили працездатність та ефективність роботи фрикційного сепаратора.

Практичне значення одержаних результатів. Отримані результати та рекомендації, а також робоча установка мають знайти застосування у приватних та невеликих фермерських господарствах, наукових установах, селекційних центрах.

					МВЛ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 НАУКОВА ЧАСТИНА

2.1 Сучасний стан питання про дослідження фізико-механічних властивостей насіння лаванди

Аналіз публікацій про дослідження фізико-механічних властивостей насіння лаванди показав, що ця тема недостатньо вивчена, зокрема те, що стосується первинної переробки насіння.

Дослідженнями фізико-механічних властивостей насіння амаранту займалися Krarn B. , Szot B. [1]. Вимірювання геометричних властивостей амаранту дозволили розрахувати значення опорної поверхні насіння для оцінки аеродинамічних властивостей. Були виміряні такі параметри як: динамічний тиск, маса насінини та поверхня, на якій виноситься насінина, розраховувалися основні аеродинамічні властивості: критична швидкість, коефіцієнт аеродинамічного опору та коефіцієнт єдності. Вони виявили, що критична швидкість залежить від поверхні, на якій лежить насіння, ширини, довжини та маси насіння. Зі збільшенням цих параметрів критична швидкість зростала лінійно, а коефіцієнт тонкості зменшувався за тією ж формулою. Обидва співвідношення були описані лінійними рівняннями [1].

Аналіз патентів, показав що це перспективний напрямок дослідження, з якого відносно мало розробок та патентів.

Один з самих цікавих та перспективних патентів є пристрій для відокремлення бутонів (рис. 2.1), який складається з багатомодульної системи, що включає перший блок для видалення стебел, який приймає сушену лаванду в пучках, відокремлює бутони (віночки/чашечки) від стебел і листя, збирає стебла і листя як відходи і подає бутони до другого блоку. Другий модуль використовує повітряний або вакуумний транспорт для транспортування, відокремлення та сортування кінцевого продукту бутонів від дрібних стебел, листя та дрібного сміття, а також для витяжки та видалення небезпечного пилу та органічних частинок. Система може включати третій блок, що складається з системи збору пилу. Кінцевий

					МВЛ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

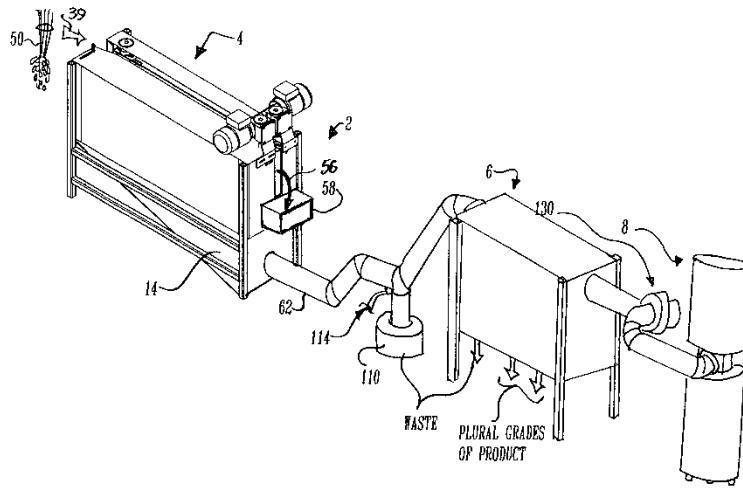


Рис. 2.1 Пристрій для відокремлення бутонів [2]

продукт – квіткові бруньки – збираються у вихідному бункері в чистому стані для негайного пакування у вигляді попурі або саше, або можуть бути додатково перероблені для отримання ефірних олій [2].

Також цікавим є винахід, що стосується пристрою для просіювання насіння лаванди (рис.2.2, а), який містить просіювальну кабінку та кабінку

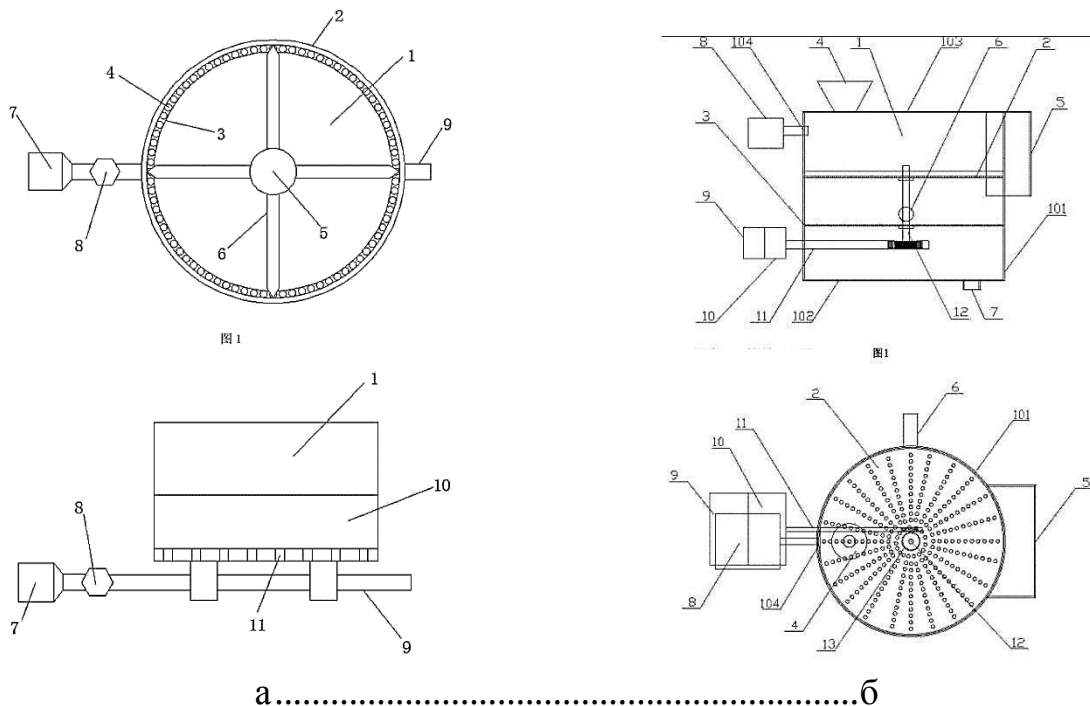


Рис. 2.2. Пристрій для просіювання насіння лаванди (а) [3] та просіювальна установка для насіння лаванди (б) [4]

для зберігання матеріалу, причому кабіна для зберігання матеріалу з'єднана нижче просіювальної кабіни; зовнішня сторона просіювальної кабіни забезпечена перегородкою; на просіювальній кабіні утворено круглу канавку в положенні, поблизу перегородки; дно круглого паза забезпечено наскрізними отворами; кабіна для просіювання з'єднана з кабіною для зберігання матеріалу за допомогою наскрізних отворів; центр кабіни для просіювання також з'єднаний з механізмом просіювання, що обертається; дно кабіни для зберігання матеріалу забезпечено отворами для фільтрації; механізм, що обертається, з'єднаний під кабіною для зберігання матеріалу. Згідно з пристроєм для просіювання насіння лаванди, більші або менші насіння можуть автоматично видалятися просіювальним механізмом, так що насіння, оболонки яких мають належний розмір, відбираються для підвищення ефективності плантації лаванди. Крім того, пристрій для просіювання насіння лаванди також оснащений обмежувачем скручування, який може виконувати функцію самозахисту двигуна. Пристрій для просіювання насіння лаванди також має переваги простоти конструкції, легкості у виготовленні, практичності та ефективності [3].

Наступна корисна модель належить до різновиду просіювальної установки для насіння лаванди (рис.2.2, б). Вона містить стінку ковша, дно ковша та циліндр з композиції колосників, паралельно розташовані першу ситову пластину та другу ситову пластину з дном ковша зверху вниз у циліндрі, перша ситова пластина з'єднана з другою ситовою пластиною першим обертовим валом, а другий обертовий вал — з редуктором, двигун з'єднаний з редуктором, повітряний отвір забезпечений першою ситовою пластиною, розташованою над стінкою ковша, нагнітач повітря підключений до повітряного отвору, завантажувальний отвір забезпечений пробкою на повітряному отворі, отвір виконаний на стінці ковша відносно повітряного отвору і з'єднаний з першим розвантажувальним отвором більше, ніж перша решітка, другий розвантажувальний отвір встановлений на стінці ковша на другій решітці під першою решіткою, третій розвантажувальний отвір

					МВЛ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

з'єднаний з дном ковша. Корисна модель проста за конструкцією, багатофункціональна, полегшує сортування та сепарацію вороху на фракції [4].

2.2 Аналіз конструкцій фрикційних сепараторів

У нашому випадку, ми будемо очищувати насіння лаванди, використовуючи різницю фізико-механічних властивостей, зокрема коефіцієнтів тертя різних фракцій, на які поділяється лавандовий ворох, тому для цієї мети підійдуть фрикційні сепаратори. Їх вагомим плюсом є відносна дешевизна порівняно з іншими способами очистки. Фрикційні сепаратори використовують для очищення насіннєвого матеріалу від насіння бур'янів, частин стебел, листочків тощо, які відрізняються за властивостями і формою поверхні.

Прикладом фрикційного сепаратора є льняна насіннеочисна гірка ОСГ-0,2А [5] (рис.2.3, а), призначена для очищення насіння льону, овочевих та інших культур. Продуктивність її – 0,16–0,20 т/год. ОСГ-0,2А складається з бункера, двох очисних конвеєрів, нижньої і верхньої щіток і рами. Лівий і правий очисні конвеєри встановлені під кутом 35–45°, мають нескінченні байкові, бавовняні або брезентові полотна 890 мм завдовжки і 1400 мм завширшки. Конвеєри приводяться до руху двома клинопасовими і зубчастою передачами від електродвигуна. Зерновий матеріал із приймального бункера подається на нижню частину полотен (у міжвалковий простір). Завдяки осьовому нахилу (3–4°) і руху полотен вверх в різні боки, відбувається сепарація вороху. Фракція з гладенькою поверхнею насіння поступово переміщується вздовж міжвалкового простору і по лотку виводиться в насіннєвий ящик. Фракція з плоским і шорстким насінням захоплюється полотнами, переміщується вверх і потрапляє в приймач відходів [5].

					МВЛ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

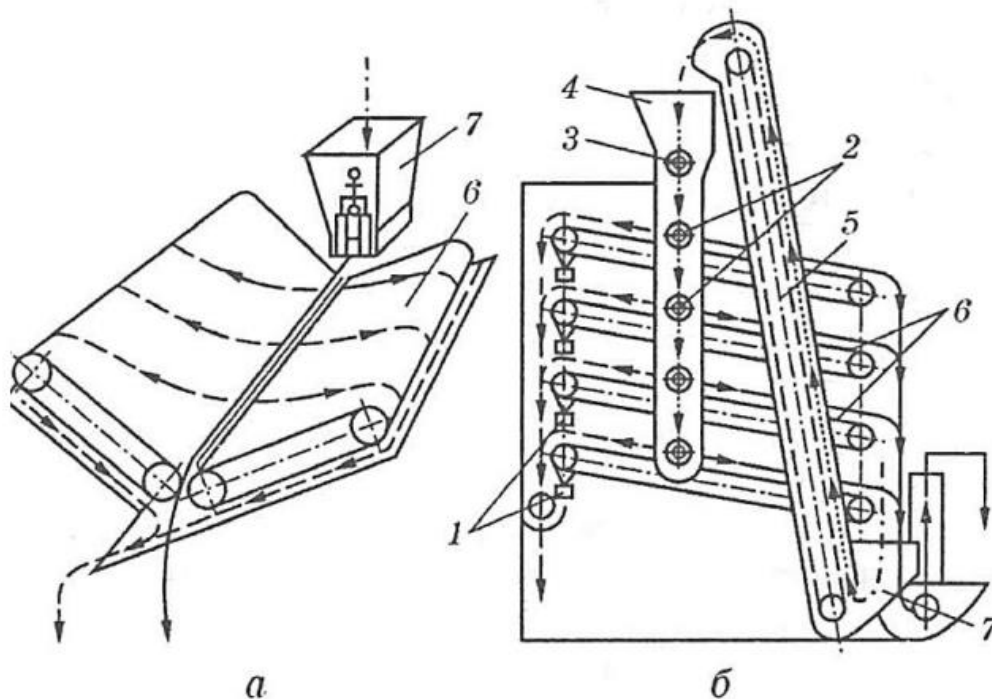


Рис. 2.3. Функціональні схеми фрикційних гірок:

а – льняної ОСГ-0,2А; б – бурякової ОСГ-0,5; 1 – щітки; 2 – живильні шнеки; 3 – розподільний шнек; 4 і 7 – приймальні бункери; 5 – скребковий конвеєр; 6 – полотняні конвеєри [5]

Також цікавим прикладом, фрикційного сепаратора є насіннеочисна гірка ОСГ-0,5 [5] (рис.2.3, б) призначена для очищення насіння буряків від стебел, листя та інших домішок. Її можна використовувати для обробки інших культур. Встановлена потужність – 2,2 кВт, продуктивність – 0,2–0,48 т/год, маса – 850 кг. Машина складається з приймального бункера із завантажувальним конвеєром, розподільника з допоміжним бункером, чотирьох полотняних станів, приймачів насіння і відходів. Полотняні стани (конвеєри) мають полотна 1200 мм завширшки, 2760 мм завдовжки, їх лінійна швидкість – 0,5 або 0,7 м/с, кут нахилу – 19–28°. Під полотнами встановлені щітки для очищення їх робочої поверхні. Завантажувальний конвеєр скребкового типу, швидкість руху – 0,76 м/с. Розподільник складається з бункера, на дні якого встановлений розподільний шнек, лівого і правого завантажувальних каналів, в яких встановлені чотири живильних шнеки. Під

шнеками закріплені скатні дошки з шістьма поворотними пластинами для регулювання рівномірності подачі матеріалу по ширині. Зерновий матеріал подається в бункер розподільника, звідки одна його половина самопливом надходить у лівий завантажувальний канал, а друга – подається шнеком у правий. Далі шнеками через скатні дошки і поворотні пластини подається на рухомі полотна. Насіння округлої форми скочується по похилій поверхні полотна, потрапляє в приймач, звідки шнеком і скребковим конвеєром подається в тару, а насіння неправильної форми переміщується полотняними транспортерами вгору і попадає у приймач відходів [5].

Гірка-сепаратор (рис.2.4) [6] включає: завантажувальний бункер 1,

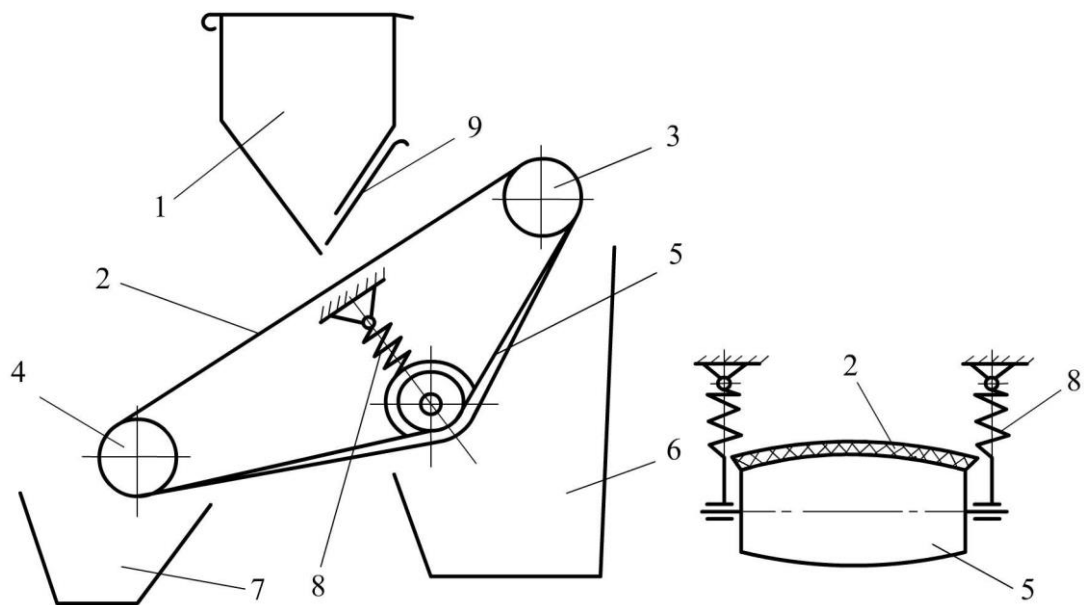


Рис. 2.4. Схема гірки-сепаратора [6]

безкінечне полотно 2, ведучий шків 3, ведений шків 4, барабан 5 овальної форми з бічною опуклою поверхнею, прийомний бункер 6 для шорсткого матеріалу та прийомний бункер 7 для гладеньких часток матеріалу, пружинний компенсатор 8 поперечного переміщення барабана. Для регулювання кількості суміші, яка попадає на полотно, служить заслінка 9.

Працює гірка-сепаратор так: при вивантаженні із бункера 1 суміш попадає на похилу поверхню рухомого полотна 2, де розділяється на два

потоки: гладенькі частки сходять вниз по полотну і попадають в бункер 7, а шорсткі частки виносяться вгору до прийомного бункера 6.

Для збільшення продуктивності і надійного відокремлення часток від ворсистості поверхні полотна барабан 5 виконаний овальним з бічною опуклою поверхнею. Барабан з овальною формою та натяжною пружиною 8 при обертанні утворює деяку вібрацію полотна, завдяки чому, а також опуклій поверхні барабана і полотна в нижній частині пристрою частки легко відділяються від ворсистості поверхні і попадають в прийомний бункер 6 [6].

В нашій науковій роботі для механізації технологічного процесу відокремлення насіння лаванди від насіннєвих коробочок необхідно дослідити такі фізико-механічні властивості як: довжина, ширина, товщина насінини, коефіцієнт тертя по поверхнях різних матеріалів, коефіцієнт опору повітря. Також, дізнатися вагу квітконосів довжиною 10–12 см з одного куща, вагу насіння з одного куща, масу 1000 насінин, щільність перетертого вороху лаванди, закономірність сортування насіння на похилій поверхні.

2.3 Вимоги до якості насіння лаванди

Згідно запропонованої технології вирощування, потрібна максимальна чистота насіння близька до 100%, також дуже важливим є відбір найкращого насіння, щоб забезпечити найвищу схожість.

Загалом високоякісне насіння у нашому випадку можна охарактеризувати: гарно виповненим насінням чорного кольору, довгасто-еліптичної форми, злегка сплюснуті. Таке насіння помітно виділяється на загальному фоні, також воно має більші розміри та більшу вагу. Відрізняється також кращими аеродинамічними властивостями.

					МВЛ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4 Будова та технологічний процес роботи установки для сортування

насіння лаванди

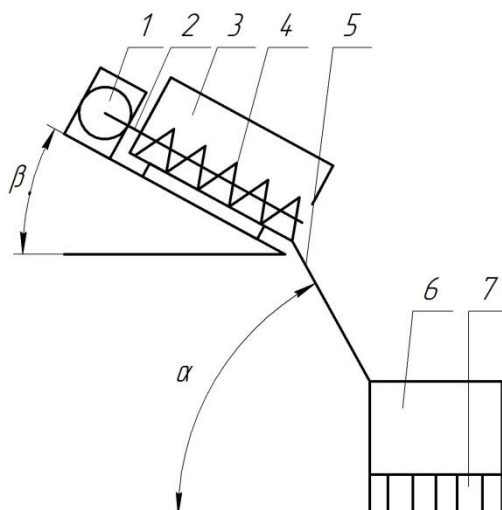


Рис 2.5 Схема установки для сортування насіння лаванди:

1 – двигун; 2 – вал; 3 – бункер; 4 – шнек; 5 – жолоб; 6 – похила фрикційна поверхня; 7 – набір місткостей для насіння та домішок



Рис. 2.6 Загальний вигляд установки

Технологічний процес сортування насіння лаванди складається з наступних операцій:

1. ...Зріз квітконосів довжиною 10–12 см секатором.
2. Відокремлення бутонів з насінням від пагонів.
3. Розтирання та подрібнення бутонів за допомогою рук, до створення однорідної маси вороху.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МВЛ 00.000 ПЗ

Арк.

4. Завантаження підготовленої маси вороху до бункера та вмикання привода установки.

5. Шнек спрямовує ворох з бункера до жолоба, а також додатково перетирає частки бутонів.

6. Внаслідок різного коефіцієнту тертя у бутонів, його частин, насіння та інших домішок, усі об'єкти набувають різної швидкості.

7. На похилій поверхні внаслідок різної швидкості і коефіцієнту тертя об'єкти мають різну траєкторію руху.

8. Вся маса ділиться на секції.

9. Виконується аналіз розподілу маси за секціями.

Через недосконалість конструкції та неоднорідно перетерту масу, іноді шнек перестає рівномірно подавати матеріал до жолоба та починає «кашляти» масою, що, в свою чергу, призводить до гіршого сортування та очищення. Як наслідок, фракції можуть змішуватись та потрапляти не у «свої» секції.

2.5 Теоретичні дослідження

Розглянемо еліпсоїдну частку еквівалентного діаметра d_e , яка без початкової швидкості рухається по похилій площині довжиною L , нахилений під кутом α до горизонту (рис.2.7). Коефіцієнт тертя частки по поверхні площини дорівнює f . Оскільки швидкість та розміри частки малі, вважаємо опір повітря пропорційним квадрату швидкості частки (коефіцієнт пропорційності $m \cdot k^2$).

Для складання диференційного рівняння руху частки, необхідно використовувати другий закон Ньютона та враховувати всі зовнішні сили, які діють на неї.

На похилій площині на частку діють сила тяжіння, сила тертя та сила опору повітря (рис.2.7). Запишемо проєкції всіх сил на вісь x

$$F_x = m \cdot g \cdot \sin(\alpha) - f \cdot m \cdot g \cdot \cos(\alpha) - m \cdot k^2 \cdot v^2, \quad (2.1)$$

					МВЛ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де m – маса частки, g – прискорення вільного падіння, α – кут нахилу похилої площини до горизонту, f – динамічний коефіцієнт тертя; k – коефіцієнт опору повітря; v – швидкість руху частки.

Отримуємо диференціальне рівняння руху частки по похилій площині

$$m \cdot d^2x/dt^2 = m \cdot g \cdot \sin(\alpha) - f m \cdot g \cdot \cos(\alpha) + m \cdot k^2 \cdot (dx/dt)^2.$$

Його розв'язок [7] при початкових умовах $x(0)=0$ та $x'(0)=0$ має вигляд

$$x(t) = \ln(\operatorname{ch}(k \cdot t \cdot \sqrt{(g \cdot \sin(\alpha) - f \cdot g \cdot \cos(\alpha)) / \cos(\alpha)})) / k^2 - L. \quad (2.2)$$

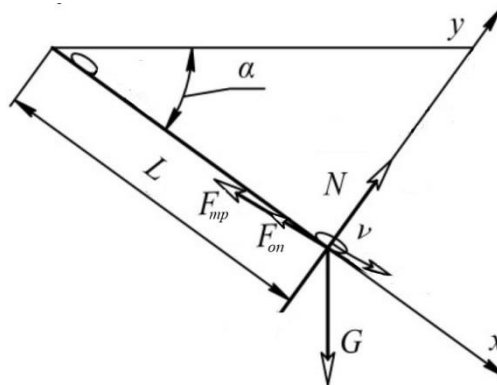


Рис. 2.7 Схема сил, які діють на частку на похилій площині

Для визначення динамічного коефіцієнта тертя проведемо серію експериментів. Змінюючи кут α від 30° до 40° з кроком 2° , визначаємо час t_n подолання часткою відрізка похилої площини довжиною L , тобто підставляємо в ліву частину рівняння (2.2) значення $x(t_n)=L$ і розв'язуємо його чисельно відносно кута динамічного тертя ϕx , підставляючи значення констант ($L=1$ м, $k=0,8137[8]$, $m=0,7 \cdot 10^{-6}$ кг, $g=9,81$ м/с²), шість разів значення кута α та відповідний час руху насінини t_n . Визначаємо динамічний коефіцієнт тертя

$$f_0 = \tan(\phi x).$$

Будуємо графік залежності $f_0 = Z(\alpha)$ (рис.2.8).

Значення динамічного коефіцієнта тертя лінійно зростають в межах 0,49–0,56 зі збільшенням кута нахилу площини до горизонту.

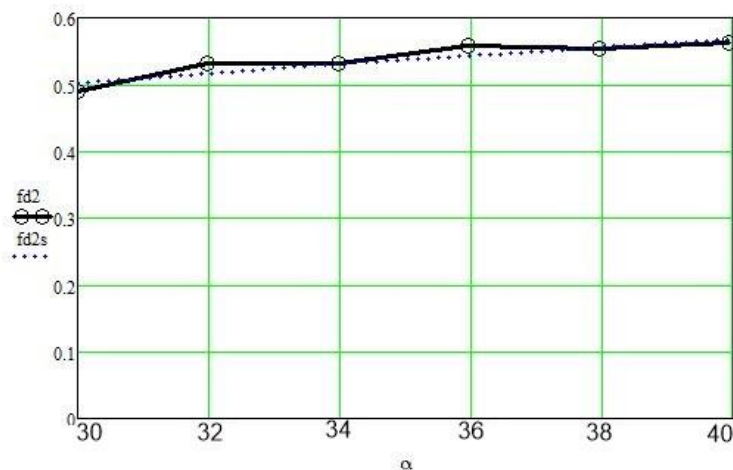


Рис. 2.8 Графік залежності динамічного коефіцієнта тертя від кута нахилу площини до горизонту

2.6 Програма експериментальних досліджень

Для проектування макету фрикційного сепаратора, нам потрібно дослідити ряд важливих параметрів, таких як: вага вороху з одного куща, вага нісіння з одного куща, маса 1000, щільність вороху, коефіцієнт тертя для бутонів і для насіння, розміри насіння та бутонів, закономірність розподілу насіння по нахиленій поверхні.

2.7 Методика експериментальних досліджень

Для визначення ваги вороху з одного куща, ми зрізали квітконоси довжиною 10–12 см з двох довільних кущів, 4-річного та 5-річного віку та виміряли масу на вагах.

Маса зразка 1 складає 70,63 г, зразка 2 – 92,88 г.

Звісно, для отримання більш точних даних потрібно збільшити вибірку та провести дослідження щодо ваги квітконосів на одному кущі та залежність їх ваги від віку рослини та інших факторів. Для нас достатньо цих орієнтовних даних.

Для визначення ваги насіння з одного куща, ми обмолотили квітконоси з 4-річного куща. Очистку проводили за допомогою макету сепаратора,

доочистку проводили вручну. Міститься незначна кількість домішок. Втрати насіння в процесі очищення приблизно до 8%.



а

б

Рис. 2.9 Зважені зразки вороху з 4-річного (а) та 5-річного (б) куща



Рис. 2.10 Зважування очищеного насіння з 4-річного куща (зразок 1)

Розрахунок ваги насіння з 4-річного куща.

$$16,29 - 0,86 = 15,43\text{г}$$

Інформації, скільки насіння може дати кущ немає. І це також є перспективним напрямком досліджень. Можна буде збільшити вибірку рослин, дослідити кореляцію між віком, сортом та іншими параметрами, від яких залежить кількість та якість насіння. Для нас поки що вистачить цих орієнтовних даних.

					МВЛ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відсоток вмісту високоякісного насіння від загальної маси – один з найважливіших параметрів, які потрібно дослідити.

Щоб значно спростити подальшу наукову роботу, потрібно зробити повноцінну установку по післязбиральній обробці насіння.

Масу 1000 насінин ми визначили, відрахувавши 1000 випадкових насінин з одного 4-річного куща.

Розрахунок маси 1000 насінин

$$1,55 - 0,86 = 0,69 \text{ г}$$

Цей показник може залежати від сорту, віку рослини, з якої було зібране насіння, продуктивності куща, якості насіння та інших параметрів.

Наприклад, відбірне насіння високої якості, яке ми закупаємо, має масу 1000 насінин приблизно 1 грам.

Щільність вороху лаванди була виміряна за допомогою методу порівняння його об'єму з об'ємом дистильованої води.

В посудину по чергово насипали і зважували 3 наважки перетертого вороху. Експеримент повторили з дистильованою водою. Дані в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Порядковий номер наважки	Маса лавандового вороху, г	Маса дистильованої води, г
1	7,64	58,64
2	8,00	57,55
3	7,33	58,01

Щоб дізнатися щільність вороху ми ділимо середню масу вороху на середню масу води

$$\frac{(7,64 + 8 + 7,33)/3}{(58,64 + 57,55 + 58,01)/3} = 0,1318 \text{ г/см}^3$$

Оскільки насіння лаванди дрібне, для підвищення точності вимірювань використовували оптичний метод. Геометричні властивості (товщину, ширину та довжину) окремих насінин лаванди визначали за допомогою цифрового

мікроскопу, приєднаного через USB-роз'єм до персонального комп'ютера. Виводили зображення насінини на білому матовому фоні на екран монітора. Плавню підбирали масштаб зображення так, щоб довжина насінини заповнювала не менше чверті ширини екрана. Поряд з насіниною розміщували лінійку з ціною поділок 0,5 мм. Записували зображення до файлу та відкривали його у графічному редакторі. Вимірювали на зображенні довжину a , ширину b насінини та довжину e 10 поділок лінійки (рис. 2.11). Фіксували отримані дані (розміри 100 насінин) в табл. 2.2. Подальшу обробку проводили на комп'ютері за наступним алгоритмом.

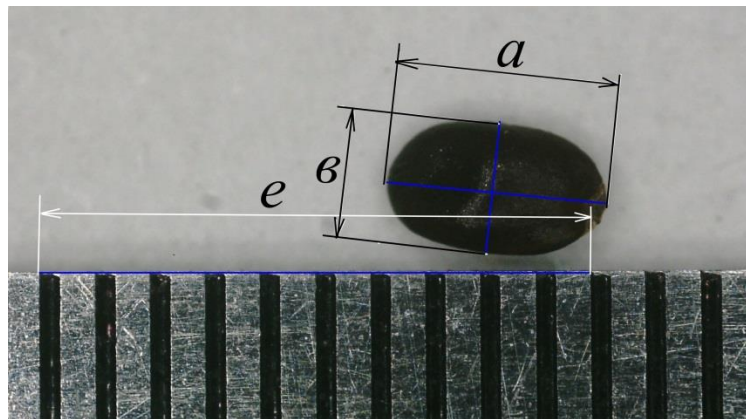


Рис. 2.11 Оптичний метод вимірювання геометричних властивостей насіння лаванди

Таблиця 2.2 Результати вимірювань розмірів зображень насінин

Порядковий номер насінини	Довжина зображення a , мм	Ширина зображення b , мм	Товщина зображення c , мм	Довжина 10 поділок лінійки e , мм	
1	185	90	54	414	390
2	195	96	58	413	388
3	189	106	57	413	391
...	...	...	...	...	...
100	203	112	54	425	394

Визначали масштабний коефіцієнт зображення

$$\varepsilon = l/e,$$

де l – довжина еталонного відрізка лінійки ($l=5$ мм),

e – довжина 10 поділок лінійки на зображенні, мм.

Визначали фактичні розміри насінин, помноживши розміри, виміряні на зображенні, на масштабний коефіцієнт ε . Проводили статистичну обробку результатів по кожному розміру, визначаючи мінімальне та максимальне значення, а також середнє арифметичне.

Аналогічно вимірювали товщину насінин s , розташувавши вісь мікроскопу горизонтально та фіксуючи отримані дані в табл. 2.2. Довжина 10 поділок лінійки на зображенні, при вимірюванні товщини, розміщена в правому стовпці табл. 2.2.

Методику визначення коефіцієнта тертя обираємо стандартну, з використанням установки ТММ-21 (рис. 2.12). Кладемо досліджувану



Рис. 2.12 Установка ТММ-21

насінину або коробочку з насінням на досліджуваний матеріал, закріплений на установці. Плавню змінюємо кут нахилу поверхні установки

					МВЛ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

від нуля до кута, при якому частка починає рухатись. Таким чином визначаємо коефіцієнт статичного тертя частки по даному матеріалу ($f_{ст} = \text{tg}(\varphi)$).

Вимірювання проводимо у десятиразовій повторності. Для насіння лаванди кут статичного тертя по алюмінію виявився $26 \pm 0,5^\circ$, для насіннєвих коробочок – $29 \pm 0,5^\circ$. Відповідно, коефіцієнт статичного тертя насіння лаванди по алюмінію дорівнює $f_{ст} = 0,49$, насіннєвих коробочок – $f_{ст} = 0,55$.

Коефіцієнт динамічного тертя визначаємо, пускаючи насінини та коробочки по поверхні, нахиленій під кутом, який перевищує кут статичного тертя, та фіксуючи електронним секундоміром час подолання ділянки поверхні довжиною 1 метр. Вимірювання проводимо при шести значеннях кутів у десятиразовій повторності. Обробляємо результати методами математичної статистики.

Відомо, що час руху частки по похилій площині з нульовою початковою швидкістю без урахування опору повітря визначають за формулою [9]

$$t = \sqrt{((2 \cdot L) / (g \cdot (\sin(\alpha) - f_d \cdot \cos(\alpha))))} , \quad (2.3)$$

звідки

$$f_d = (\sin(\alpha) - (2 \cdot L) / t^2) / \cos(\alpha) , \quad (2.4)$$

де f_d – коефіцієнт динамічного тертя;

α – кут нахилу поверхні до горизонту;

L – довжина ділянки поверхні, яку долає частка;

t – час подолання ділянки поверхні довжиною L метрів;

g – прискорення вільного падіння.

Якщо опір повітря враховано (вважаємо його пропорційним першому ступеню швидкості руху частки), формула для визначення відстані, яку долає частка за час t , матиме вигляд [7]

$$L = \mu \cdot t + \mu \cdot m \cdot (e^{-k \frac{t}{m}} - 1) / k , \quad (2.5)$$

де m – маса насінини;

k – коефіцієнт опору повітря;

					МВЛ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\mu = m \cdot g \cdot \sin(\alpha - \varphi) / (k \cdot \cos(\varphi)), \quad (2.6)$$

де φ – кут динамічного тертя ($\varphi = \arctg(f_d)$).

Підставляючи (2.6) в (2.5), отримуємо

$$L = m \cdot g \cdot \sin(\alpha - \arctg(f_d)) \cdot (t + m \cdot (e^{-k \frac{t}{m}} - 1)) / (k^2 \cdot \cos(\arctg(f_d))). \quad (2.7)$$

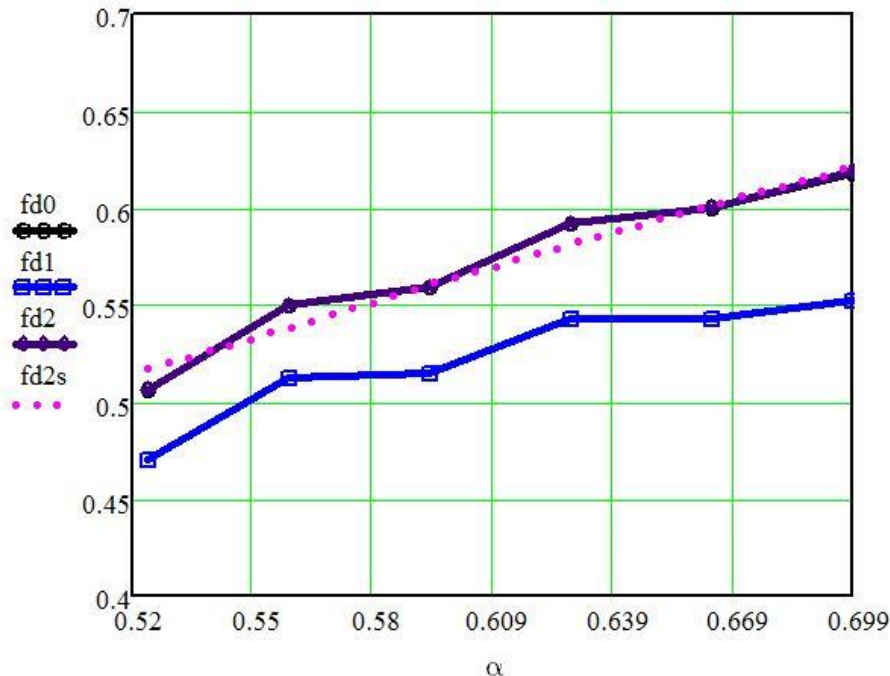


Рис. 2.13 Залежність коефіцієнта динамічного тертя від кута нахилу поверхні до горизонту: fd0 – без урахування опору повітря, fd1 – опір повітря пропорційний першому ступеню швидкості руху частки, fd2 – опір повітря пропорційний другому ступеню швидкості руху частки

Позначимо $\arctg(f_d) = z$ та розв'яжемо рівняння (2.7) відносно z .

Після елементарних перетворень отримаємо

$$f_d = \tg(\alpha) - L \cdot k^2 / (m \cdot g \cdot (t + m \cdot (e^{-k \frac{t}{m}} - 1))) \dots\dots\dots (2.8)$$

Підставляючи до (2.8) значення постійних величин L , k , g , m та змінні значення кута нахилу поверхні до горизонту і відповідний їм час t руху насінини по ділянці поверхні довжиною L метрів, отримаємо графіки залежності f_d від кута α (рис. 2.13). Очевидно, що ці залежності близькі до лінійної.

Окремого дослідження потребує коефіцієнт опору повітря. Можливо на першому етапі скористатись результатами вимірювань швидкості витання інших науковців, а потім уточнити їх, провівши свої дослідження. З цією метою необхідно спроектувати та виготовити експериментальну установку.

З досліджених іншими авторами культур найбільш схоже на насіння лаванди насіння амаранту[1]. Його коефіцієнт опору при русі у повітрі змінюється в межах від $k_{min}=0,6143$ до $k_{max}=1,0208$, середнє значення $k_{sr}=0,8137$. Середнє значення використаємо у розрахунках коефіцієнта динамічного тертя (з рівняння (2.7)).

Оскільки розміри насінин малі, то при швидкості понад 0,1 м/с сила опору повітря стає пропорційною квадрату швидкості [8]. Тоді час руху частки по похилій площині з нульовою початковою швидкістю визначають за формулою

$$t=((k^2 \cdot S + \ln(2))^{\frac{1}{2}} (\cos(\arctg(f_\partial))) / (k \cdot \sqrt{g \cdot (\sin(\alpha - \arctg(f_\partial)))})) , \quad (2.9)$$

де S – площа поперечного (міделевого) перерізу частки.

$$S = \pi \cdot d_e^2 / 4, \quad (2.10)$$

де d_e – еквівалентний діаметр частки.

$$d_e = \sqrt[3]{a \cdot b \cdot c}, \quad (2.11)$$

де a, b, c – довжина, ширина, товщина насінини, відповідно.

Підставляючи (2.11) у (2.10), а (2.10) – у (2.9), отримуємо трансцендентне рівняння та розв'язуємо його чисельним методом відносно f_∂ з використанням системи MathCAD.

Будуємо графік залежності $f_\partial = Z(\alpha)$ за результатами розв'язку рівняння (2.9) при шести значеннях кута ($\alpha = 30^\circ; 32^\circ; 34^\circ; 36^\circ; 38^\circ; 40^\circ$) (рис. 2.14).

Порівнюємо отримані з урахуванням та без урахування опору повітря значення f_∂ .

Не зруйновані насіннєві коробочки мають пористу структуру поверхні та ребристу форму, що суттєво впливає на їх аеродинамічні властивості. Вони можуть як ковзати, так і котитись по похилій площині, що ускладнює

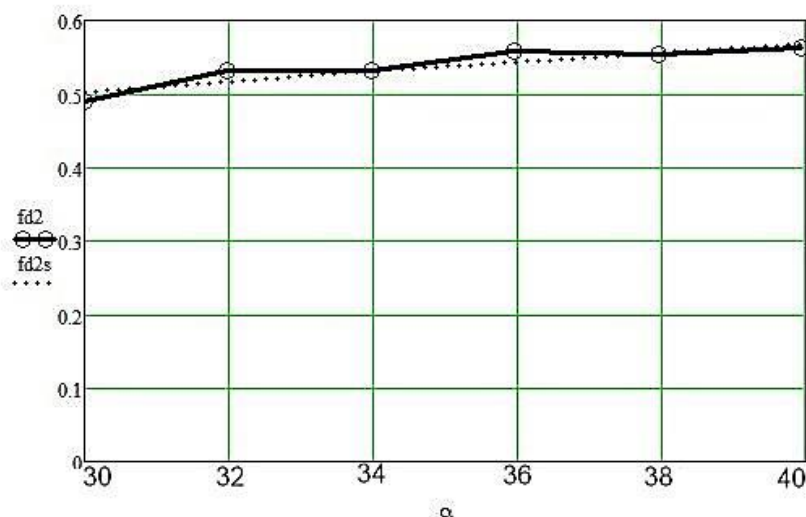


Рис. 2.14 Графік залежності динамічного коефіцієнта тертя від кута нахилу площини до горизонту

математичне моделювання їх руху. Враховуючи, що насіннєві коробочки рухаються у шарі, де сусідні насінини гальмують їх обертання, можна вважати, що вони ковзають без обертання навколо своєї осі.

Для визначення фізико-механічних властивостей насіннєвих коробочок використовуємо формули (2.4), (2.7) і (2.9) та результати експериментальних досліджень.

2.8 Результати експериментальних досліджень

За даними Кременчука Р.І. [10] насіння лаванди мають довжину 2,1–2,8 мм, ширину 0,9–1,3 мм і товщину 0,5–0,8 мм.

Результати наших досліджень.

Довжина насінин лаванди $a_{min}=1,67$ мм, $a_{max}=2,64$ мм, $a_{sr}=2,15$ мм, середньоквадратичне відхилення $\sigma_a=0,18$ мм. Будуємо гістограму розподілу насіння за довжиною (рис. 2.15). Перевіряємо відповідність експериментальних даних нормальному закону. Оскільки експериментальне значення критерію χ -квадрат (19,78) перевищує табличне (14,07), то експериментальні дані розподілені за нормальним законом.

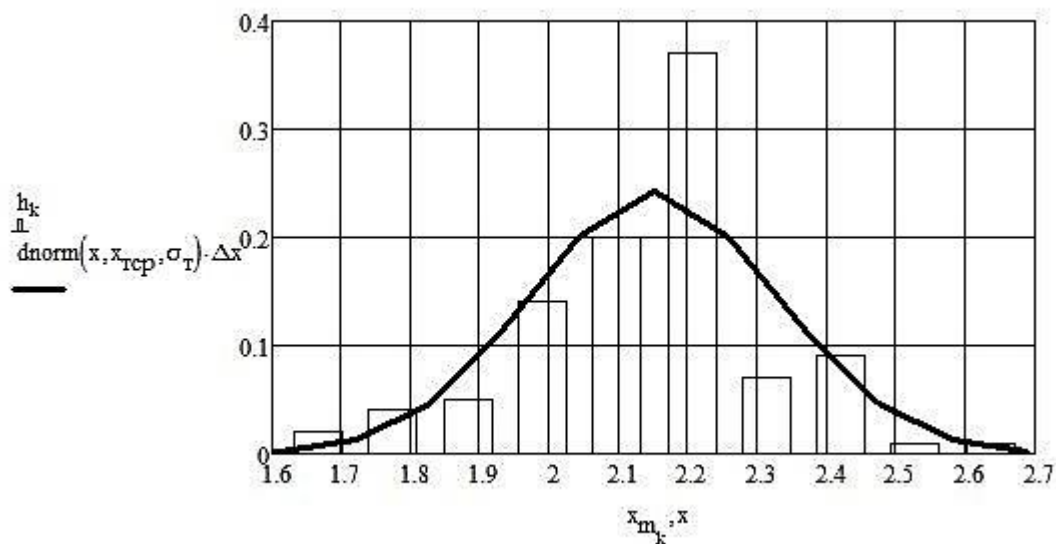


Рис. 2.15 Гістограма розподілу насіння лаванди за довжиною

Ширина насінин лаванди $b_{min}=0,93$ мм, $b_{max}=1,32$ мм, $b_{sr}=1,11$ мм, середньоквадратичне відхилення $\sigma_b=0,077$ мм. Будуємо гістограму розподілу насіння за довжиною (рис. 2.16). Оскільки експериментальне значення критерію χ -квадрат (6,67) не перевищує табличне (14,07), то закон розподілу експериментальних даних не відповідає нормальному.

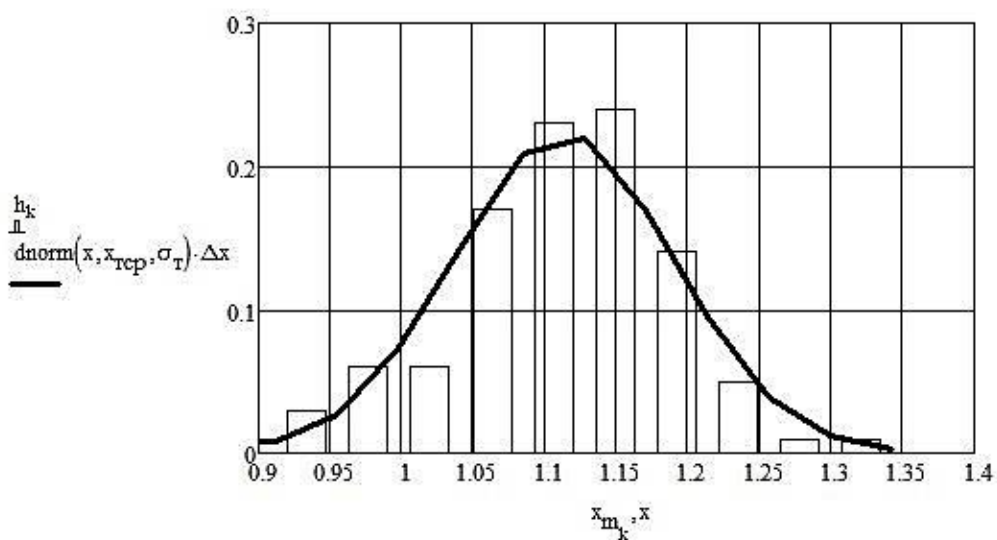


Рис. 2.16 Гістограма розподілу насіння лаванди за шириною

Товщина насінин лаванди $c_{min}=0,49$ мм, $c_{max}=0,84$ мм, $c_{sr}=0,64$ мм, середньоквадратичне відхилення $\sigma_c=0,074$ мм. Будуємо гістограму розподілу насіння за товщиною (рис. 2.17). Оскільки експериментальне значення критерію χ -квадрат (6,15) не перевищує табличне (14,67), то закон розподілу експериментальних даних не відповідає нормальному.

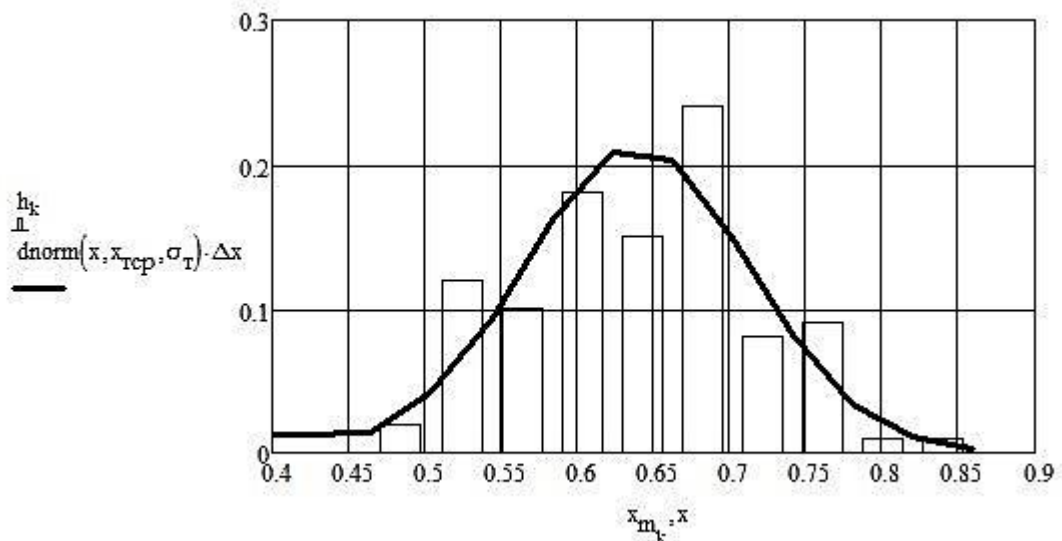


Рис. 2.17 Гістограма розподілу насіння лаванди за товщиною

Маса 1000 насінин – 0,69 грам.

Вперше було досліджено:

- масу квітконосів з одного куща: 4-річного – 70,63 грам, 5-річного – 92,88 г;
- масу насіння з одного куща 15,43 г;
- щільність перетертого лавандового вороху $0,1318 \text{ г/см}^3$.

Практика показала, що ворох лаванди легко комкується, щоб запобігти комкуванню, елементи конструкції, з якими взаємодіє ворох, повинні мати кут нахилу до горизонту більше 40° .

Сконструйований макет установки дозволив на практиці перевірити та підтвердити деякі закономірності.

Також на практиці побачили життєздатність ідеї сортувати за аеродинамічними властивостями.

2.9 Обґрунтування параметрів експериментальної установки для сортування насіння лаванди

Оскільки первинна обробка маси проводилась вручну, що означало її неоднорідність та наявність твердих домішок (частинки пагонів та нижні частини насінневих коробочок, де вони кріпляться до пагона). Тому для удосконалення установки, перш за все, потрібно сконструювати пристрій для подрібнення вороху та приведення його до стану однорідної маси.

Також перспективним є застосування сит, щоб відділяти тверді домішки (вони, як правило, більші за насіння). Також за допомогою сит можна відділяти пилоподібні домішки (вони менші за насіння). Тобто, насіння легко відсепарувати від насінневих коробочок на ситах з відповідно підібраним розміром отворів.

Згідно проведених досліджень, бункер має мати воронкоподібну форму, з кутом нахилу стінок до горизонту більше 40° , щоб запобігти комкуванню. Місткість бункера має бути достатньою для розміщення квітконосів з одного куща. Згідно наших досліджень, максимальна маса сягала 92,88 г, що в перерахунку на об'єм складає $12,24 \text{ см}^3$.

Розрахунок об'єму бункера.

$$92,88 \cdot 0,1318 = 12,24 \text{ см}^3$$

Звичайно для більш достовірних даних потрібно збільшити вибірку кущів. Тому поки що пропонуємо зробити бункер місткістю 150 грам, що в перерахунку на об'єм $19,77 \text{ см}^3$.

Розрахунок об'єму бункеру з запасом.

$$150 \cdot 0,1318 = 19,77 \text{ см}^3$$

Розміри шнека мають відповідати розмірам бункера.

Розрахунок шнека дозатора.

					МВЛ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для забезпечення безперебійної та дозованої подачі насіннєвого вороху з бункера до жолоба необхідно розрахувати продуктивність шнека.

Теоретична продуктивність шнека

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) \cdot (S - b) \cdot \gamma \cdot n \cdot \frac{K_n}{60}$$

де Q – продуктивність шнека, г/с;

D – діаметр шнека, см (D=1 см);

d – діаметр вала, см (d=0,6 см);

S – крок гвинтової поверхні шнека, см (S=0,7 см);

b – товщина лопаті шнека, см (b =1,6 мм);

γ – об'ємна маса перетертого лавандового вороху, г/см³ ($\gamma=0,132$ г/см³);

n – частота обертання шнека, об/хв (n=411 об/хв);

K_n – коефіцієнт наповнення шнека (K_n =0,7).

$$Q = \frac{3,14}{4 \cdot 60} \cdot (1^2 - 0,6^2) \cdot (0,7 - 0,16) \cdot 0,132 \cdot 411 \cdot 0,7 = 0,0964 \text{ г/с}$$

Продуктивність шнека сягає 0,0964 г/с.

За результатами розрахунку створюємо креслення шнека у системі SolidWorks з урахуванням технологічних вимог, проєктуємо 3Д модель та друкуємо шнек на 3Д принтері.

Жолоб з алюмінієвого профілю забезпечує потрібну продуктивність установки (рис. 2.18).

Потребуються додаткові дослідження по фрикційному сортуванню на похилих поверхнях. Щоб підібрати кращий матеріал, кут нахилу та виявити можливі «підводні камені».

Секції для відсортованих фракцій повинні вмістити в себе весь відсортований матеріал.

Вивчаємо розподіл насіння при русі по похилій площині.

					МВЛ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Завантажуємо довільну порцію неочищеного насіння у бункер, вмикаємо привід шнека, спрямовуємо насіння в алюмінієвий розгінний жолоб П-подібного профілю, розташований під кутом α до горизонту.

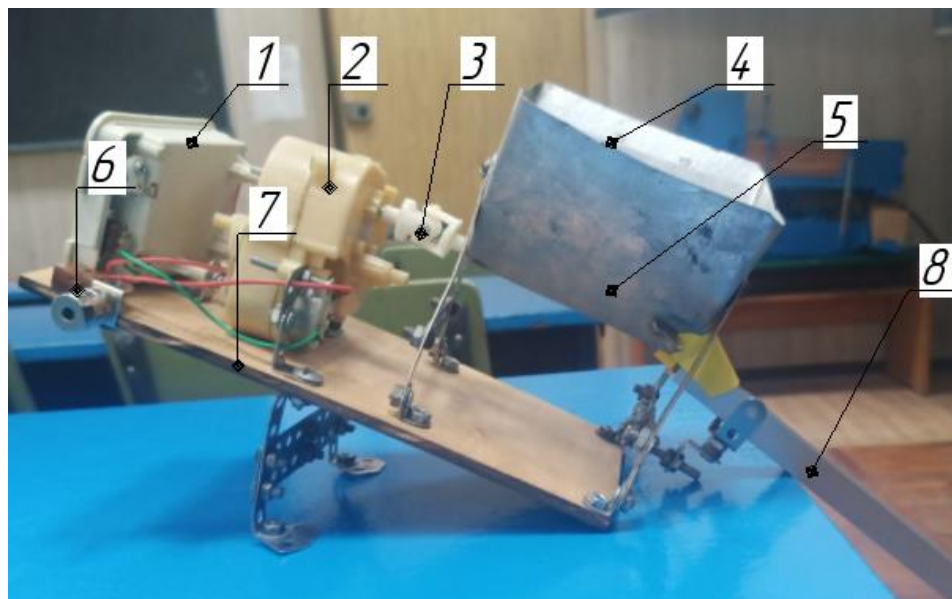


Рис 2.18 Будова установки для очищення насіння лаванди:

1 – блок живлення; 2 – двигун; 3 – вал; 4 – бункер; 5 – шнек; 6 – кнопка ввімкнення/вимкнення; 7 – основа; 8 – жолоб

Частки насіння та бутонів потрапляють з розгінного жолоба на площину, яка нахилена у поперечному (відносно вектору швидкості руху) напрямку на кут γ , з початковою швидкістю v_0 , вектор якої спрямований під кутом α до горизонту в поздовжній площині. Оскільки насінини, бутони, домішки мають різні фрикційні властивості, то вони будуть рухатись по площині за різними траєкторіями і, відповідно, потраплять до різних місткостей (коробочок), які пронумеровані від 1 до 14 у напрямку переміщення насінин. Ширина кожної коробочки дорівнює 1 см, довжина – 3 см. Розміри похилої площини підбираємо експериментально так, щоб усі насінини потрапили до коробочок (за необхідності, можемо скорегувати і кількість коробочок).

Підраховуємо кількість насінин, які потрапили до кожної коробочки, та записуємо до табл. 2.3.

Таблиця 2.3 Результати вимірювань розподілу насінин за довжиною фрикційної поверхні

Порядковий номер коробочки N	1	2	3	4	5	6	7
Кількість насіння K	2	4	4	9	23	28	64
Порядковий номер коробочки N	8	9	10	11	12	13	14
Кількість насіння K	119	266	335	285	145	78	33

Будуємо стовбчастий графік залежності $K=f(N)$ (рис. 2.19).

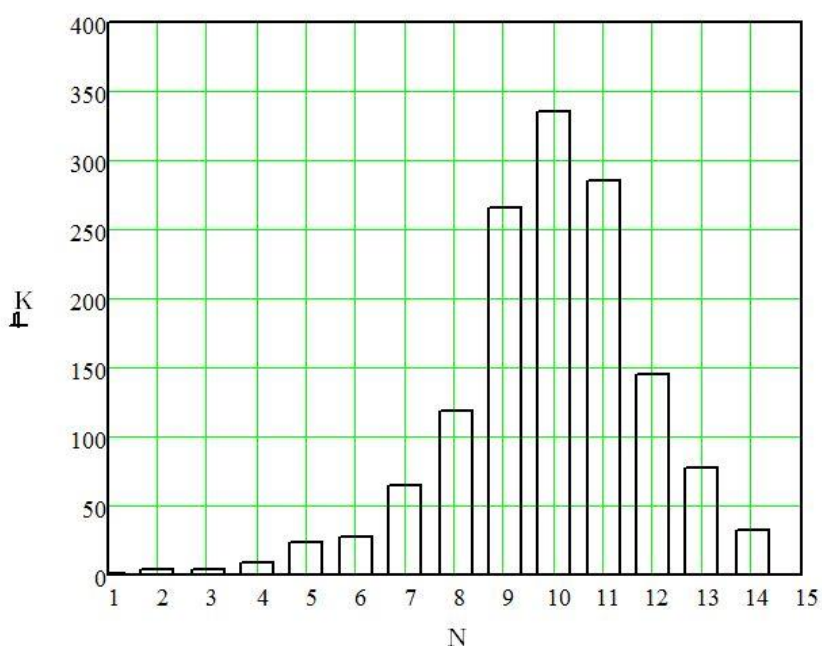


Рис. 2.19 Графік залежності розподілу насінин за довжиною фрикційної поверхні

Візуально закон розподілу насінин за довжиною фрикційної поверхні близький до нормального.

3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Біологічні особливості лаванди

Лаванда вузьколиста є дуже перспективною ефіроолійною культурою. Олію та продукти її переробки застосовують у парфумерно-косметичній, харчовій, фармацевтичній, миловарній, керамічній, лакофарбовій, інших галузях промисловості.

Лаванда вузьколиста (*Lavandula angustifolia* Mill.), Рід Лаванда – *Lavandula* L. відноситься до родини глухокропивових – *Lamiaceae*.

Лаванда – це багаторічний вічнозелений напівчагарник висотою до 60 см. Корінь лаванди дерев'янистий, у верхній частині досить товстий, густо мичкуватий, глибоко проникає в ґрунт. Листки супротивні, сидячі, від темного до світло-зеленого забарвлення, іноді сіро-зеленого, лінійні або ланцетоподібні, опушені, з обох кінців звужені, зі злегка загнутими вниз краями. Листки зберігаються на пагонах протягом цілого року. Кущ лаванди найпоширенішої кулястої форми має в середньому 400–500 напівдерев'янистих розгалужених пагонів, при варіюванні цього показника від 300 до 1000 шт. на одну рослину. Залежно від умов вирощування через 5–6 років, за іншими даними, через 8–12, старі пагони всихають, а з бруньок на кореневій шийці або на нижніх частинах гілочок формуються нові пагони заміщення.

Ефірна олія, накопичується в усіх частинах рослин, але найбільше в суцвіттях (0,8–3,0 %). Основними компонентами лавандової олії є ліналілацетат (30–56 %), ліналоол (10–12 %), а також гераніол, нерол, камфора тощо [11].

Вміст ефірної олії в свіжозібраних суцвіттях лаванди вузьколистої становить 0,6–4,0 % в розрахунку на абсолютно сухі суцвіття, але іноді може досягати 11 %. Кількість складних ефірів (ліналоол і ліналілацетат), що визначають якість лавандового масла, в перерахунку на ліналілацетат в середньому становить 35 %, з діапазоном варіювання від 10 до 80 %. В

					МВЛ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

лавандовій олії також міститься певна кількість кетона терпенового ряду – камфори. Вміст камфори в лавандовій олії в середньому становить близько 0,5–1,0 %. Вища масова частка цього терпеноїду, як, наприклад, в інших видах лаванди, помітно погіршує парфумерні якості ефірної олії.

Як гірська рослина лаванда досить холодостійка. Витримує зими з морозами до мінус 20 °С, а при наявності снігового покриву товщиною 25 см – до 28 °С. Сходи у фазі 4 пар листків витримують заморозки до мінус 8–10°С. Протягом вегетації для лаванди кращою є тепла, а під час цвітіння – жарка погода.

В середньому врожай суцвіть становить 20–30 ц/га, може сягати 40–46 ц/га. Фази, які лаванда проходить за період вегетації – це відростання, поява квітконосів, цвітіння. Цвітіння починається з середини червня і продовжується протягом 20–35 днів. Лаванда має перехресний тип запилення, але здатна й самозапилюватись. За правильної агротехніки тривалість життя кущів лаванди в середньому становить 20–25 років [10].

Вирощування лаванди забезпечує такі позитивні екологічні процеси, як збільшення біорізноманіття в агроекосистемах, очищення повітря від патогенних бактерій за рахунок виділення ефірної олії з антисептичними властивостями. Великим плюсом є протиерозійні властивості.

3.2 Технологія вирощування лаванди

Технологія вирощування. Лаванду можна вирощувати на еродованих, малопродуктивних, кам'янистих ґрунтах, а також на полях, які знаходяться під ухилом і не підходять для виробництва багатьох сільськогосподарських культур, що особливо актуально у зв'язку з стрімким збільшенням деградації земельного фонду України [12].

Важкі холодні ґрунти з підвищеною кислотністю, високим заляганням ґрунтових вод для неї непридатні.

					МВЛ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Як багаторічну рослину лаванду розміщують поза сівозміною. Під її насадження відводять ділянки, добре освітлені, захищені від північних і північно-східних вітрів, з невеликим уклоном південної і південно-західної експозиції.

Обробіток ґрунту. Гарними попередниками будуть зернові колосові, зернобобові кормові суміші.

Після їх збирання проводять лушення, через 10–15 днів поле обробляють гербіцидом 2,4Д (амінна сіль) для боротьби з одно-, дворічними бур'янами і відростаючим осотом рожевим, через 10–20 днів лушення повторюють корпусними лушильниками. Після цього вносять мінеральні (N100-120 P100-120 K40-60) й органічні добрива (40–50 т/га). Плантажну оранку проводять на глибину 45–50 см. Після оранки зяб вирівнюють і залишають на зиму, а протягом весни й літа наступного року витримують у стані чорного пару. Наприкінці вересня на початку жовтня поле обробляють чизель-культиватором на глибину 20–25 см.

Сівба/садіння. Лаванда може розмножуватись генеративно і вегетативно.

Про висів насінням є дуже мало інформації не в останню чергу через його дороговизну. Є дані, що висівають насіння у листопаді – грудні, до замерзання ґрунту, норма висіву 4,5 кг/га, ширина міжрядь – 1 м [7].

Також розмножують методом розсади, пророщеної з насіння. Цей спосіб популярний у малих фермерських господарств.

У виробничих умовах лаванду розмножують вегетативно. Такий спосіб є не зручний, треба мати значну кількість маточних кущів, для заготівлі посадкового матеріалу, процес укорінення живців може бути проблемним. З іншого боку закупівля живців, є досить дорогим капіталовкладенням, що є непідйомним для малих підприємств.

Живці завдовжки 8–10 см нарізають у вересні – жовтні з однорічних напівздерев'янілих пагонів, які беруть з 4–5-річних маточних кущів, і висаджують у парники, з них виростають саджанці. Оптимальний строк

					МВЛ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

садіння саджанців на плантації – друга половина жовтня і листопад, але можна й у відлигу взимку, а також рано навесні.

Садять лаванду лавандосадильною машиною або вручну за схемою $1,2 \times 0,5$ м. Під час садіння кореневу шийку заглиблюють нижче поверхні ґрунту на 5–6 см, кожен саджанець поливають і загортають шаром ґрунту 3–5 см.

Догляд за молодими насадженнями включає боротьбу з бур'янами, розпушування ґрунту в міжряддях, а також своєчасне підсаджування лаванди замість загиблих рослин. Проти бур'янів рано навесні, до початку відростання лаванди, застосовують ґрунтові гербіциди – симазин і прометрин (2 кг/га) або ігран (4 кг/га д. р.). Після вступу у фазу плодоношення лаванду щороку підживлюють мінеральними добривами. Вже на другий рік життя рослини підживлюють навесні азотними добривами в дозі 50–60 кг/га д. р. Крім робіт з утримання ґрунту в розпушеному і чистому від бур'янів стані, щороку після збирання суцвіть проводять легке обрізування кущів, видаляючи сухі й пошкоджені гілочки. Услід за цим кущі омолоджують, зрізуючи їх на $1/2$ однорічного приросту підрізувачем-омолоджувачем лаванди ПОЛ-1. Після омолодження рослини підживлюють мінеральними добривами (N60P60). Омолодження плантації повторюють через кожні 5 – 6 років промислової експлуатації.

Основні шкідники лаванди: совка-гамма, галова нематода, лучний метелик; хвороба – коренева гниль. Проти них застосовують агротехнічні заходи і пестициди. В наших умовах шкідники мало поширені [11].

Збирання. Технічна стиглість лаванди настає у фазі цвітіння і триває 17 – 20 днів. Починають збір, коли на кущах розкриється 50 % квіток. Зрізують квітконоси завдовжки 10 – 12 см. Для збирання використовують лавандозбиральну машину «Крим» (ЛУМ-2).

У Євросоюзі набули поширення лавандові комбайни "LAVENDER" фірми «Madara Agro LTD» [14] та серія однорядних начіпних комбайнів MKL фірми «Бізон-Інс» (Bizon-Ins) [15]

Скошені суцвіття переробляють у свіжому вигляді.

					МВЛ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3 Розробка технологічної карти вирощування лаванди

В розробці технологічної карти будемо керуватись принципами органічного землеробства. Відмовимось від використання добрив, частково це компенсуємо попередником сидератом. Також відмовимось від використання будь-яких пестицидів, шкідники не досить розповсюджені, а з бур'янами будемо боротись агротехнічними прийомами. Завдяки застосування правильної агротехніки та високої агрокультури, можна запобігти хворобам. Звичайно у разі епіфітотії, потрібно буде використати пестициди.

Перший рік

Обробіток ґрунту. Попередник люцерна висіяна на зелене добриво. Сидерат як попередник має цілу низьку переваг: розпушує та поліпшує структуру ґрунту, збільшує родючість, насичує ґрунт доступним азотом (люцерна має бульбочкові бактерії), збільшує відсоток органічних речовин у ґрунті, пригнічує бур'яни та зменшує їх кількість.

На початку осені (01.09) ми проводимо лушення стерні корпусними лушильниками ЛДГ-15 по люцерні глибиною 8–12 см, енергозасіб – трактор Т-150.

В середині жовтня (15.10) проводимо оранку на зяб ПЛН-4-35 на глибину 18–20 см, енергозасіб – трактор Т-150.

В середині січня (15.01–16.01), починаємо проводити пророщування насіння методом стратифікації.

Передпосівний обробіток. В середині квітня (14.04), проводимо комбінований обробіток агрегатом КШН-5,6 (Резидент) на глибину 6–8см, енергозасіб – трактор Т-150.

Садіння. Висадка розсади в полі (15.04–16.04), проводимо висадку за допомогою розсадосадильної 2-рядної машини «Agromax S237», енергозасіб – трактор «Dongfeng DF 244». Схема висадки 1,2 × 0,5 м.

					МВЛ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За потребою буде відбуватись повторна висадка у місця загиблих рослин. (16.04–30.05, 01.09–01.10).

Догляд. Міжрядний обробіток на глибину 6 см (один раз в 3–4 тижні) (починаючи з 10.05 до 10.07), за допомогою КРН-4,2, енергозасіб – трактор МТЗ-80.

Прополювання в рядку (за потребою, орієнтовно тричі за сезон, до настання осені) виконують вручну.

Від другого року – до двадцяти – двадцяти п'яти років

Догляд. Ранньовесняний міжрядковий обробіток ґрунту проводять на глибину 6 см за допомогою культиватора КРН-4,2, енергозасіб МТЗ-80.

Прополку в рядку (за потребою, орієнтовно тричі за сезон, до настання осені) виконують вручну.

За потребою буде відбуватись повторна висадка у місця рослин які не прижились (16.04–30.05, 01.09–01.10). За допомогою розсадосадильної 2-рядної машини «Agromax S237», енергозасіб – трактор «Dongfeng DF 244», або вручну в залежності від потрібної кількості.

Щороку після збирання суцвіть проводять легке обрізування кущів, видаляючи сухі й пошкоджені гілочки.

Услід за цим може проводитись омоложення кущів, зрізуючи їх на 1/2 однорічного приросту. Омоложення плантації повторюють через кожні 5–6 років промислової експлуатації.

Збирання. Технічна стиглість лаванди настає у фазі цвітіння і триває 17–20 днів (орієнтовно 22.06–12.07). Збирання на лавандове масло починають, коли на кущах розкриється 50 % квіток. Зрізують квітконоси завдовжки 10–12 см. Для збирання використовують лавандозбиральну машину «Крим» (ЛУМ-2). Скошені суцвіття переробляють у свіжому вигляді.

Збирання насіння проходить, коли зерно у бутонах досягне фази повної стиглості. Оскільки явище матрикальної різноякісності насіння яскраво виражене у лаванди, то краще почекати. Ми проводили збір на початку осені.

					МВЛ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Збір проводиться вручну. Для визначення найкращого періоду для збору насіння в наших умовах потрібні додаткові дослідження.

					МВЛ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів, які можуть виникнути при експлуатації установки

Згідно з ГОСТ 12.2.003-74 при експлуатації установки можуть мати місце наступні небезпечні і шкідливі виробничі фактори:

- фізичні небезпечні і шкідливі виробничі фактори (рух механізмів, які обертаються: шнек, вал);
- забивання шнека;
- підвищений рівень запилення робочої зони оператора;
- наявність гострих кромek, задирок і шорстких поверхонь;
- накопичення пилу, відходів, зернових решток та іншого сміття біля машини, в робочій зоні.

4.2 Заходи по забезпеченню нормальних санітарно-гігієнічних умов праці при експлуатації установки

1. Узгодити з безпосереднім керівником чітке визначення меж вашої робочої зони. Не допускайте знаходження сторонніх осіб у робочій зоні.

2. Не приступати до роботи у стані алкогольного, наркотичного або медикаментозного сп'яніння, у хворобливому або стомленому стані.

3. Робоча зона має бути рівним майданчиком і бути добре вентильованим місцем, або мати засоби активного вентилявання.

4. До роботи приступати у спецодязі, упевнившись, що він не має пошкоджень, елементів, які звисають, не прилягають і можуть бути захоплені деталями, що рухаються й обертаються.

5. Перед роботою оглянути робочі органи машин і, при виявленні недоліків, усунути їх. Перевірити затяжку болтових з'єднань, при необхідності затягти їх.

					МВЛ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Треба захистити органи дихання респіратором типу “Пелюстка”, а органи зору – окулярами захисними ПО-2.

7. Не допускати накопичення пилу, відходів частин стебел та бутонів, зернових решток та іншого сміття біля машин, в робочій зоні.

8. Усувайте пошкодження, проводьте очищення машини від зерна й домішок, регулювання тільки при вимкненій кнопці, та відключеному акумуляторі і зупиненій машині. [16].

4.3 Заходи по пожежній профілактиці у господарстві

1. Впровадження ефективного механізму по вивченню причин виникнення пожеж і способів їх ліквідації на об'єктах нерухомості різного функціонального призначення;

2. Використання ефективних матеріалів, засобів і технологій, що дозволяють уповільнити швидкість поширення вогню з вогнища загоряння;

3. Розробка, впровадження і контроль дотримання протипожежних норм на етапі проектування об'єкта нерухомості і введення його в експлуатацію. В першу чергу це стосується правильного планування шляхів евакуації робітничого персоналу, відвідувачів і персоналу з палаючої будівлі або споруди;

4. Використання ефективних систем протипожежної й проти димної сигналізації, комплексів оповіщення.

Основні причини виникнення пожежі пов'язані з «людським фактором». Перш за все, це куріння в місцях, не призначених для цього, спалювання сміття і відходів життєдіяльності, помилки в експлуатації промислового устаткування, газових мереж і електричних пристроїв, навмисні підпали. Також до появи вогнищ загоряння і задимлення призводять самозаймання обладнання, матеріалів і речовин, блискавки та інші фактори ризику [17].

					МВЛ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Лабораторія де проводяться дослідження комплектуються первинними засобами пожежогасіння згідно ДСТУ 2189-93: вогнегасником ОУ-5. Закріплення первинних засобів пожежогасіння передбачено на стіні біля входу, яке забезпечує вільний доступ до них у випадку виникнення пожежі і знімання кожного з них протягом 8 с без застосування додаткових інструментів.

4.4 Висновки по розділу

Розроблені заходи для покращення умов праці і усуненню небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

					МВЛ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Для магістерської кваліфікаційної роботи було спроектовано та сконструйовано установку для очищення та сортування насіння, щоб дослідити та зробити економічно вигідніше процес післязбиральної обробки насіння для дослідних робіт.

Модель була розроблена для дослідження властивостей насіння лаванди та для більш кропіткого та детального вивчення насіннєвого способу розмноження лаванди, а також, для спрощення процесу її післязбиральної обробки та обмеження людського фактору втрат при обробці для більш об'єктивних результатів дослідження.

Оскільки сконструйована модель сепаратора пристосована для використання дослідниками, домашніми та малими фермерськими господарствами, вона має бути досить мобільною та бюджетною.

В залежності від застосовуваних конструкційних матеріалів ціна сепаратору може змінюватися, втім, при використанні бюджетних матеріалів її ціна може скласти не більше 1000 гривень, що економічно вигідно для дослідників та малих господарств, які не мають стабільного прибутку.

Оскільки при роботі з лавандою використовується переважно ручна праця, створена модель сепаратора має на меті зменшити час на післязбиральну обробку шляхом механізації цього процесу.

Внаслідок хронометражу роботи установки було встановлено, що 1 година часу, затрачена на ручну обробку приблизно дорівнює 30 хвилинам роботи установки, що на 50% ефективніше. Потенціалом дослідження роботи установки є подальше підвищення її ефективності.

Використання даної установки дозволяє також зменшити втрати насіння за рахунок зменшення ступеню їх розсипання та здування, що значно вище при ручній обробці. Як наслідок, підвищується загальна кількість насіння, придатного до використання.

					МВЛ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мета розрахунку економічної ефективності полягає у обґрунтуванні використання даної установки для економії часу на обробку і, як наслідок, зменшення собівартості розмноження лаванди.

Враховуючи сучасний стан економічного благополуччя та технічного оснащення малих фермерських господарств, а особливо тих, які спеціалізується на вирощуванні лаванди або її розсадних матеріалів, можна зазначити наступні фактори:

– для вирощування розсадних матеріалів в малих господарствах використовується ручна післязбиральна обробка, що характеризується високим рівнем втрат насіння та високими затратами праці в часі;

– використання засобів механізації дозволяє інтенсифікувати процес післязбиральної обробки, що не тільки збільшує економію часу, а й дозволяє швидше перейти до наступного етапу розмноження лаванди, внаслідок чого розсадні матеріали вдається отримати раніше, а отже буде більше часу на їх реалізацію чи висадку;

– фінансовий стан таких господарств є вкрай різним, починаючи від збиткових, які тільки починають свій розвиток, до прибуткових, які на ринку лавандової продукції або вже давно, або мали високий успіх із початком комерційної діяльності.

Головними перевагами даної установки є її конструкційна простота, бюджетність та пристосованість для лабораторних досліджень, що дозволяє їй якісно виконувати свої дослідницьку та виробничу функції, а також, створює можливість для широко спектру вивчення можливостей її модернізації та інших сфер використання.

Економічна вигідність та потенціал даної установки полягає в економії часу обробки дослідних чи виробничих сільськогосподарських матеріалів, а також, в інтенсифікації інших процедур в ланцюгу обробки за рахунок можливості виконання одночасно декількох робіт.

Відмінною характеристикою даної установки є процес сортування насіння за фракціями: від неякісного до відбірного. В кінці післязбиральної

					МВЛ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обробки насіння сортується для виявлення найякісніших насінин, з яких буде з більшою вірогідністю пророщено здорові розсадні матеріали.

Купуючи насіння, споживач не може бути впевненим в тому, що воно відповідає заявленій якості, тому сепаратор також можна використовувати для перевірки закупленого насіння на відповідність якості.

Підсумовуючи все вищевикладене, можна зазначити, що економічна ефективність установки полягає в її низькій собівартості, економії часу працівника та інтенсифікації інших процесів, які в ланцюгу робіт йдуть паралельно або після процесу роботи установки.

Додатковими джерелами економічної ефективності виступають ймовірність економії на закупівельних матеріалах, оскільки установка дозволяє перевірити якість насіння та встановити найкращу марку насіння для купівлі, що зменшує витрати, а також економія на зменшенні втрат насіння, зібраного з власного господарства, за рахунок відходу від ручної обробки.

Розрахунок собівартості установки:

- 1) Три батарейки AAA – 60 грн.
- 2) Фанера – 20 грн.
- 3) Алюмінієвий швелер (П-подібний профіль) – 70 грн.
- 4) Набір деталей металевого конструктора – 1 грн.
- 5) Шнек, надрукований на 3Д принтері – 100 грн.
- 6) Два листи картону – 5 грн.
- 7) Частина листа оцинкованого металу – 1 грн.
- 8) Двигун, редуктор та блок живлення з іграшки – 10 грн.

Загальна вартість 257 грн.

Наприклад в роздрібній торгівлі, насіння лаванди продають найчастіше в упаковках масою 0,1 г. Ціна коливається залежності від виробника та сорту, країни походження. Діапазон цін в середньому коливається від 6 грн. до 18 грн. [18]. Варто зазначити, що є і елітні сорти, які продають за ціною 64 грн. за 20 насінин і більше [18].

					МВЛ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пропозицій по покупці-продажу є маса, але для загального розуміння ситуації нам достатньо вище сказаного.

Для визначення окупності установки ми візьмемо середню ціну в 12 грн. $(18+6)/2 = 12$ грн. за 0,1 грам.

Поділимо вартість всього очищувача на ціну 1 грама насіння лаванди.

$$257/120=2,142 \text{ г}$$

Отже для окупності установки потрібно очистити та продати 2,142 г високоякісного насіння.

					МВЛ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В умовах сьогодення, лаванда вузьколиста є мало вивченою культурою в Україні. Наша робота була спрямована на покращення та полегшення наступних наукових досліджень, шляхом здешевлення розмножувального матеріалу, що особливо актуально для селекційних та дослідних центрів, закладів освіти. Також установка для очищення та сортування насіння буде корисна для приватних та малих фермерських господарств, розплідників.

Проаналізовано стан питання про дослідження фізико-механічних властивостей насіння лаванди та підвищення його якості, зокрема з використанням фрикційних сепараторів.

Розроблено математичну модель руху насінин по похилій площині.

Досліджено вагу вороху та насіння лаванди з одного куща, масу 1000 насінин, щільність вороху, коефіцієнт тертя насіння по поверхні алюмінію, розміри насіння та бутонів.

Експериментально визначено закономірність розподілу насіння по поверхні фрикційного сепаратора.

Створений макет установки, який дозволив виявити закономірності процесу сортування насіння, побачити можливі «підводні камені», підтвердити працездатність наших ідей щодо конструкції макету.

Розроблена технологічна карта вирощування лаванди вузьколистої.

Економічний розрахунок підтвердив доцільність створення та використання установки для сортування насіння лаванди за фрикційними властивостями. Він може бути уточнений при вивченні схожості насіння, отриманого при сортуванні фракцій.

При подальшій дослідницькій роботі і збільшенні фінансування, є можливість створити повноцінну установку, відносно малої потужності по післязбиральній обробці насіння лаванди вузьколистої.

					МВЛ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Krarn B., Szot B. Aerodynamic and geometric properties of amaranth seeds. *Int. Agrophysics*. 1999. V.13, P.227–232. URL: <http://www.international-agrophysics.org/pdf-106954-37765?filename=Aerodynamic%20and%20geometric.pdf>
2. Dried lavender flower separator system and method : пат. US7028844B2 United States. № 10/892,753; заявл. 16.07.04; опубл. 18.04.06. <https://patents.google.com/patent/US7028844B2/en>
3. Lavender seed screening device : пат. CN104226602A China. № 201410465856.6; заявл. 12.09.14; опубл. 24.12.14. [https://patents.google.com/patent/CN104226602A/en?q=\(lavender+seed\)&oq=lavender+seed](https://patents.google.com/patent/CN104226602A/en?q=(lavender+seed)&oq=lavender+seed)
4. A kind of lavender seed screening plant : пат. CN206997089U China. № 201720291594.5; заявл. 23.03.17; опубл. 13.02.18. [https://patents.google.com/patent/CN206997089U/en?q=\(lavender+seed\)&oq=lavender+seed](https://patents.google.com/patent/CN206997089U/en?q=(lavender+seed)&oq=lavender+seed)
5. Сенчук М.М. Насіннєочисні машини: навчально-методичний посібник для самостійної роботи та лабораторно-практичних занять за кредитно-модульною системою навчання студентів агробіотехнологічного факультету / Сенчук М.М., Демещук В.А. Біла Церква, 2015. 195 с.
6. Пат. 42043 Україна, МПК(2009) B07B 13/00. Гірка-сепаратор / Шмат С.І., Личук М.В., Лузан П.Г., Матвєєв К.Д., Мачок Ю.В. (Україна) ; заявник і патентотримач Кіровоград. нац. техн. ун-т. № u200814426 ; заявл. 15.12.2008 ; опубл. 25.16.2009, Бюл. № 12.
7. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Т.1; Ч. 2. Машини для сівби та садіння. Харків : Око, 2002. 452 с.
8. Пархоменко М.Д. Визначення математичної моделі розрахунку коефіцієнту опору повітря та критичної швидкості зерна при його транспортуванні висівним апаратом / М.Д. Пархоменко, В.О. Кондратець,

					МВЛ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ю.М. Пархоменко. *Техніка в с.-г. виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація* : Зб. наук. пр. Кіровоград. нац. техн. ун-ту. Кіровоград : КНТУ, 2008. Вип. 21. С. 105–109. URL: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/1386>

9. Нестеренко О.В. Обґрунтування параметрів живильного пристрою для багаторівневого введення зернового матеріалу у вертикальний пневмосепаруючий канал / О.В. Нестеренко, Д.І. Петренко, С.М. Лещенко, О.М. Васильковський, С.Я. Гончарова. *Сільськогосподарські машини* : зб. наук. ст. Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛНТУ, 2016. Вип. 34. С. 92–103. URL: <https://eforum.lntu.edu.ua/index.php/jurnal32/issue/view/80/ВИПУСК%2034>

10. Кременчук Р.І. Формування агроценозу лаванди вузьколистої за різних способів розмноження та технології вирощування в Лісостепу: дис. ... канд. с.-г. наук . 06.01.09 «Рослинництво». Інститут садівництва НААН; ННЦ «Інститут землеробства НААН». Київ, 2020. 237 с. URL: <https://zemlerobstvo.com/wp-content/uploads/2020/11/dis-kremenchuk.pdf>

11. Зінченко О.І. Рослинництво: Підручник / О.І. Зінченко, В.Н. Салатенко, М.А. Білоножко; За ред. О.І. Зінченка. – К.: Аграрна освіта, 2001. – 591 с.

12. Проблема деградації земель в Україні є актуальною: *Держгеокадастр*. URL: <https://kirovohradska.land.gov.ua/problema-dehradatsii-zemel-v-ukraini-ie-aktualnoiu-ta-hostroiu/> (дата звернення 15.10.2023)

13. *Технологія вирощування лаванди* [Електронний ресурс]. URL : <https://agrosience.com.ua/plant/tekhnologiya-vyroschuvannya-lavandy> (дата звернення 15.10.2023)

14. LAVENDER HARVESTER "LAVENDER". Series KL. *MADARA AGRO*. [Електронний ресурс]. URL : <https://www.madaraagro.com/en/product/270/lavender-harvester-lavender/> (дата звернення 22.10.2023)

15. *Lavender Harvester. BIZON-INS*. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL : <https://www.bizon-ins.com/en/> (дата звернення 22.10.2023)

					МВЛ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

16. Інструкція з охорони праці під час післязбиральної доробки зерна (31936) [Електронний ресурс]. ДНАОП законодавча база. URL: <https://dnaop.com/html/31936/doc-instrukcijaz-ohoroni-pracipid-chas-pislyazbiralynoji-dorobki-zerna>. (дата звернення 18.10.2023)

17. Пожежна безпека на підприємстві: правила та організація. Охорона праці і пожежна безпека [Електронний ресурс]. URL: <https://oppb.com.ua/articles/pozhezhna-bezpeka-na-pidpryyemstvi-pravyla-ta-organizaciya>. (дата звернення 19.10.2023)

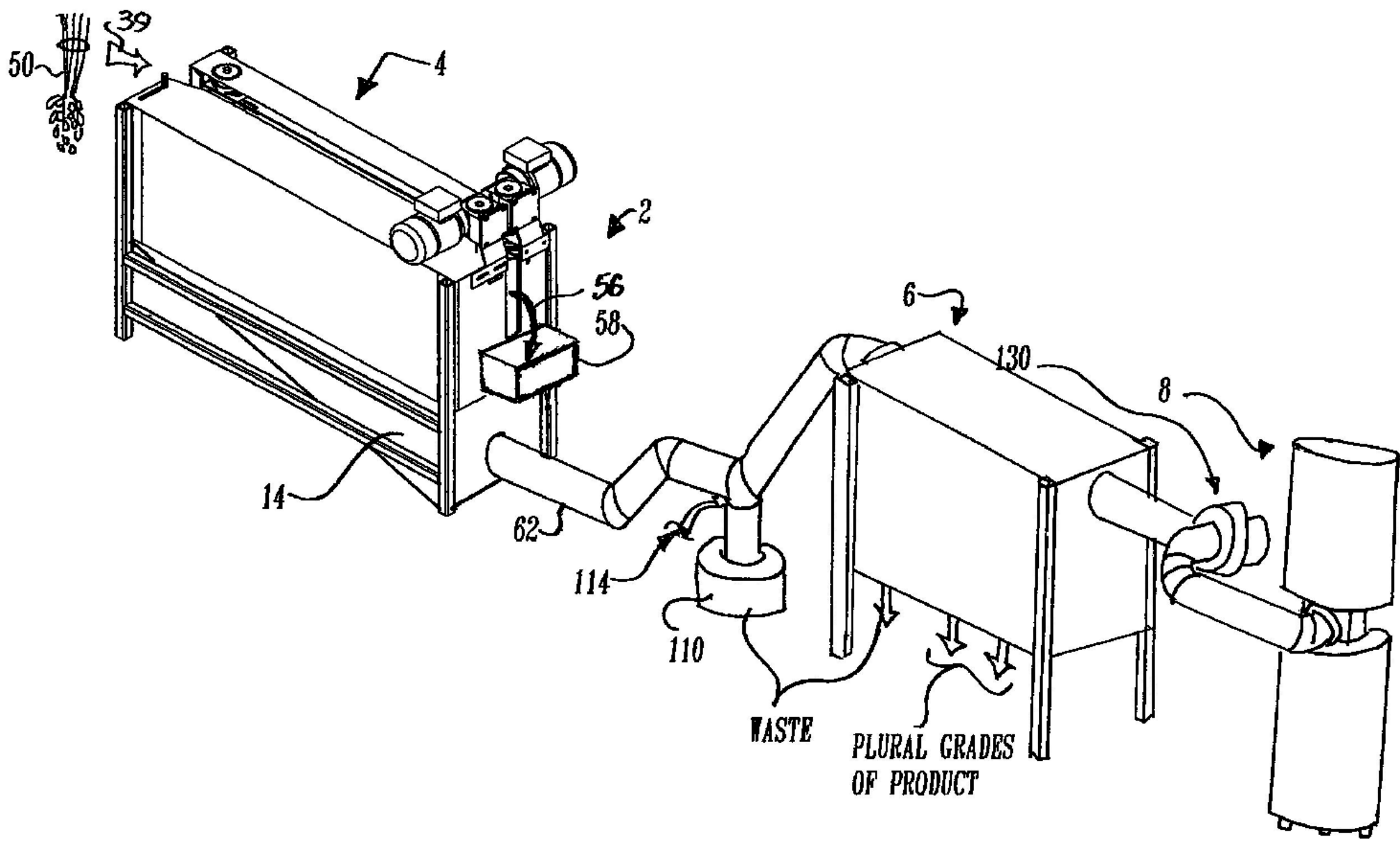
18. Насіння лаванди в Україні. Prom.ua [Електронний ресурс]. URL : <https://prom.ua/ua/Semena-lavandy.html> (дата звернення 10.11.2023).

					МВЛ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

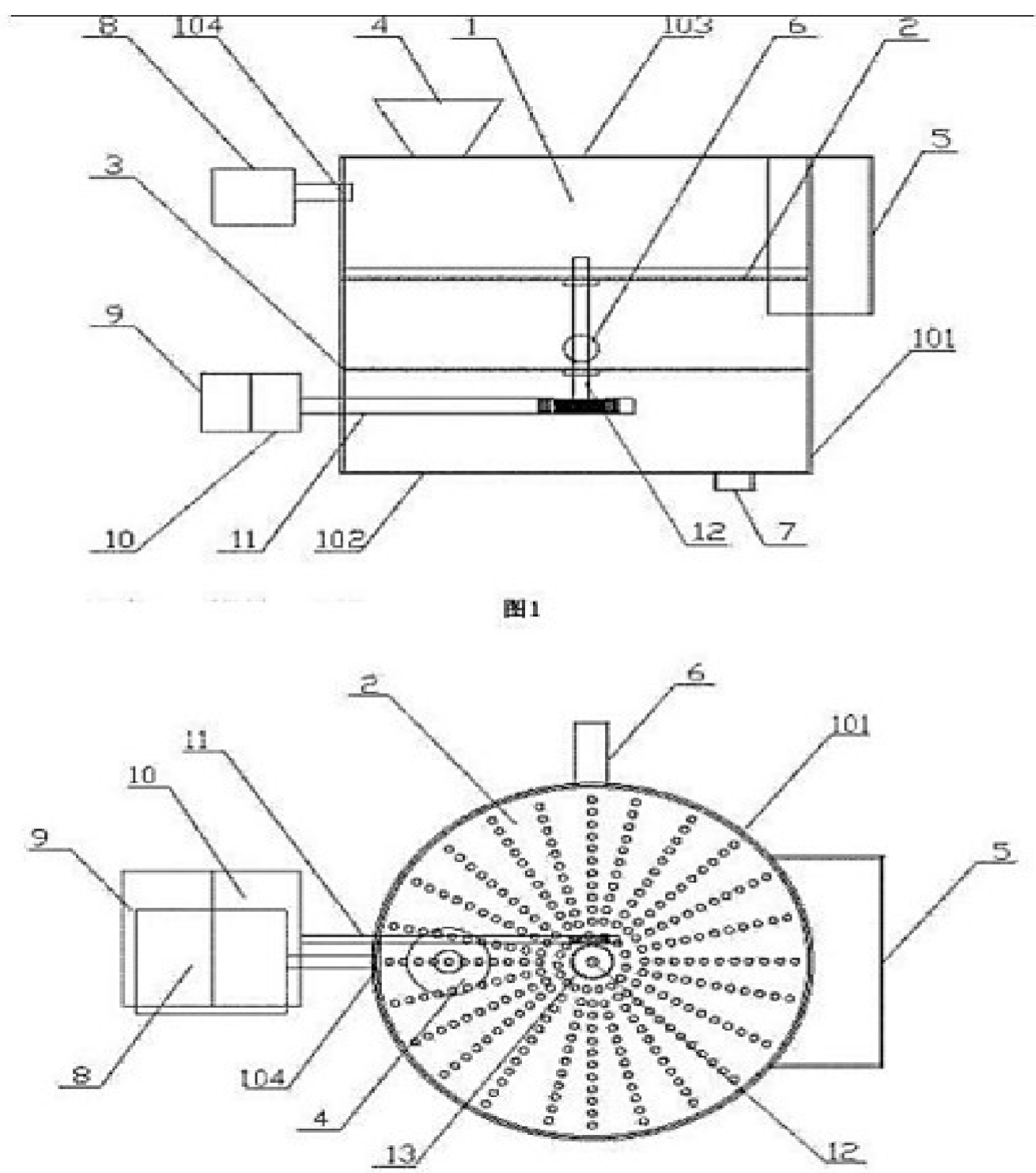
					МВЛ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Огляд Конструкцій



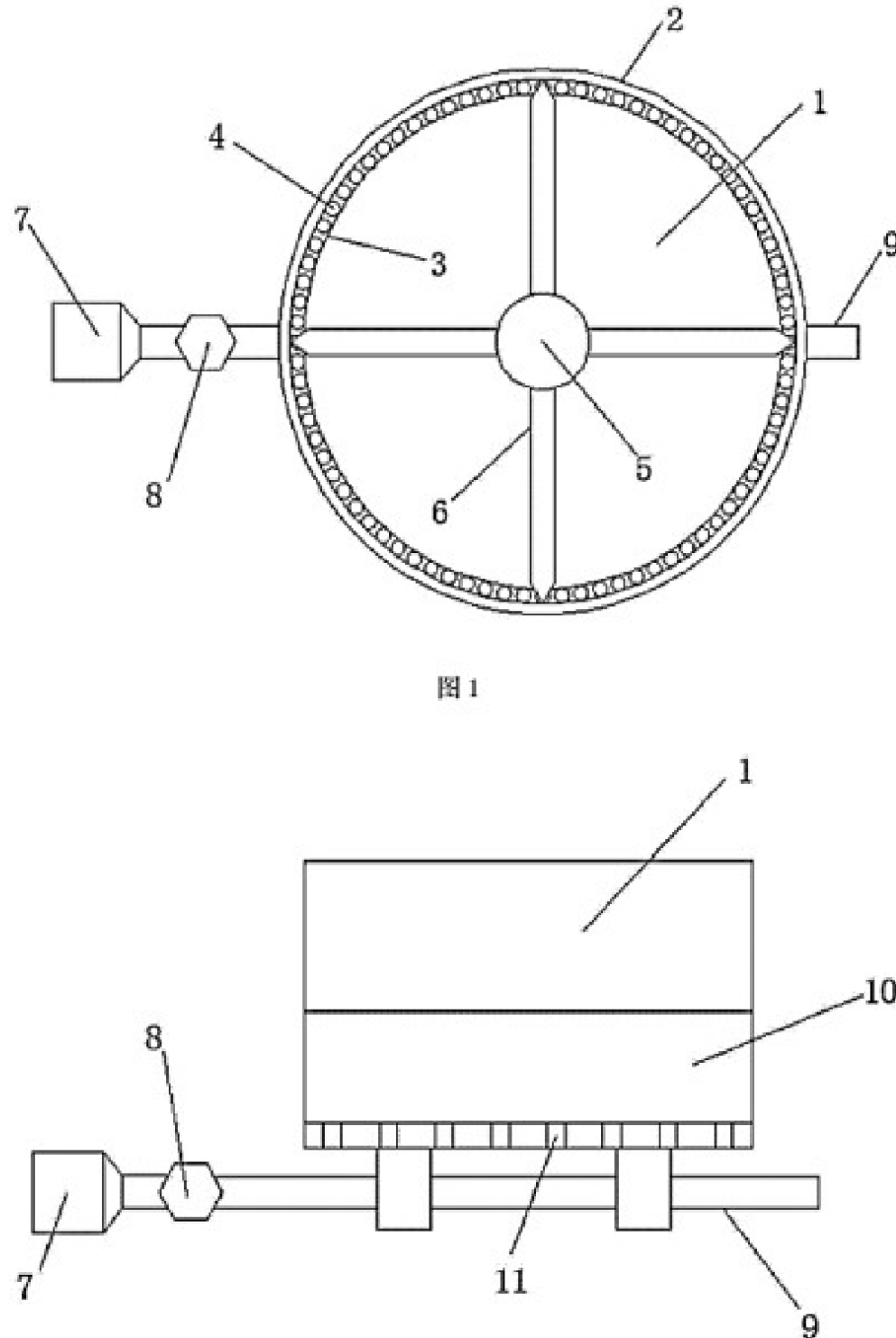
Пристрій для відокремлення бутоні:

4 - блок видалення стебла; 6 - сепаратор; 8 - пиловловлювач; 14 - контейнер для матеріалу (продукту); 39 - вхід; 50 - пучки лаванди; 56 - вихід з корпусу, через гніздо; 58 - додатковий кошик для збору стебел відпрацьованої лаванди; 62 - повітряний транспортер; 110 - контейнер; 114 - стиснене повітря, що подається через шланг; 130 - Вентилятор з наведеною тягою по відношенню до сепараторного блоку.



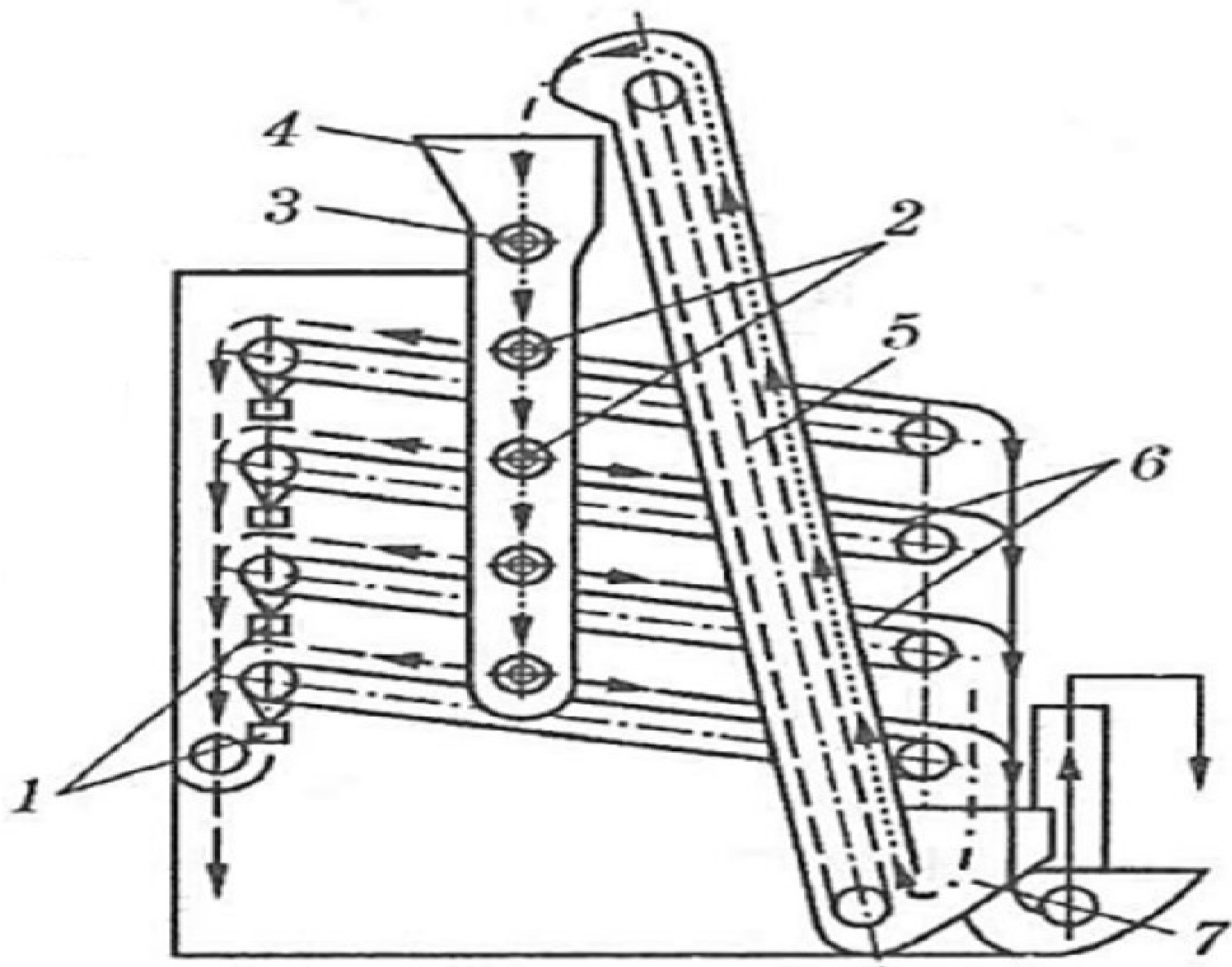
Просіювальна установка для насіння лаванди:

1 - кріплення ; 101 - стінка ковша; 102 - дно ковша; 103 - штуцер; 104 - повітряний отвір; 2- перша ситова пластина; 3 - друга ситова пластина; 4 - вхід горловина матеріалу; 5 - перший розвантажувальний отвір; 6 - другий розвантажувальний отвір; 7 - третій розвантажувальний отвір; 8 - повітродувка; 9 - двигун; 10 -редуктор; 11 - перший обертовий вал; 12 - другий обертовий вал; 13 - черв'ячний редуктор.



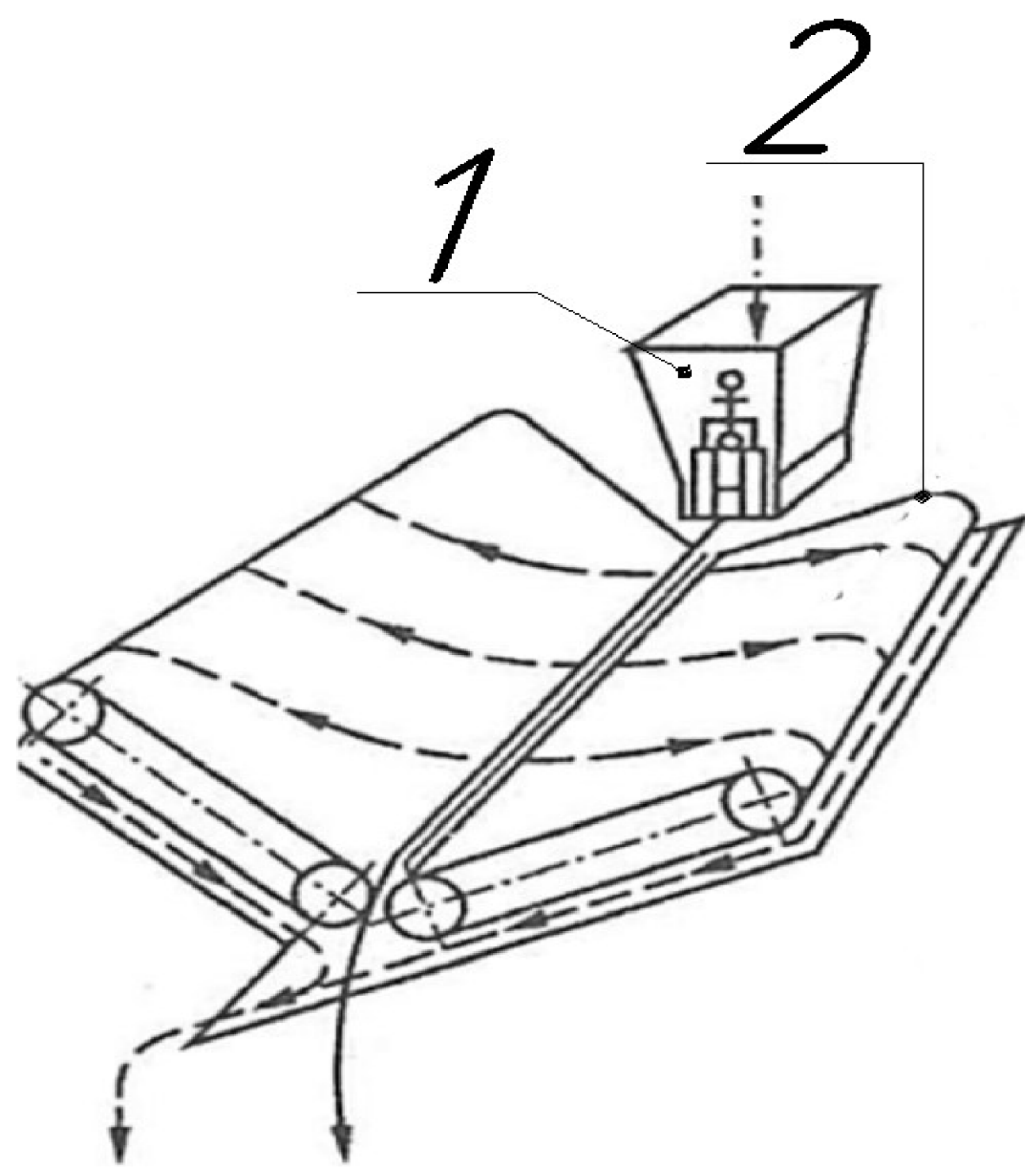
Пристрій для просіювання насіння лаванди:

1- склад просіювання; 2 - перегородка; 3 - кругла канавка; 4 - наскрізний отвір; 5 - обертовий диск; 6 - ситова пластина; 7 - перший двигун; 8 - пристрій обмеження сили крутного моменту; 9 - обертовий вал; 10 - накопичувальний бункер; 11 - отвір фільтра.



Бурякова фрикційна гірка ОСГ-0,5:

1 - щітки; 2 - живильні шнеки; 3 - розподільний шнек; 4 і 7 - приймальні бункери; 5 - скребковий конвеєр; 6 - полотняні конвеєри.



Льяняна фрикційна гірка ОСГ-0,2А:

1 - приймальний бункер; 2 - полотняні конвеєри.

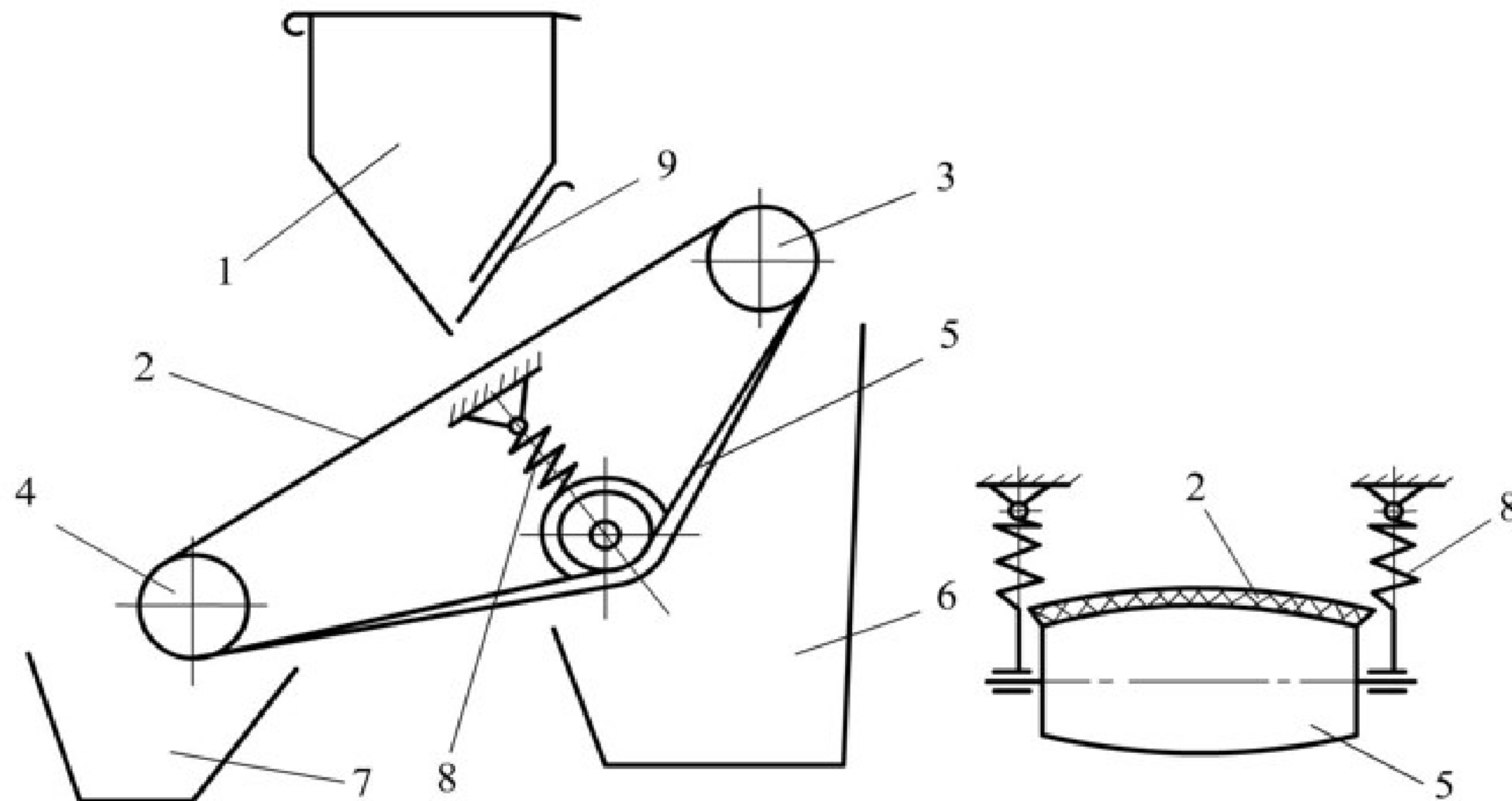


Схема гірки-сепаратора:

1 - завантажувальний бункер; 2 - безкінечне полотно; 3 - ведучий шків; 4 - ведений шків; 5 - барабан овальної форми з бічною опуклою поверхнею; 6 - прийомний бункер для шорсткого матеріалу; 7 - прийомний бункер для гладеньких часток матеріалу; 8 - пружинний компенсатор поперечного переміщення барабана; 9 - для регулювання кількості суміші, яка попадає на полотно, служить заслінка.

				МВЛ00.000.НЧ1			
				Огляд конструкцій			
				Лист 1			
				Листов 1			
				А1 22М-1			

Математична модель руху частки по похилій площині

Розглянемо еліпсоїдну частку еквівалентного діаметра d_e , яка без початкової швидкості рухається по похилій площині довжиною L , нахилений під кутом α до горизонту. Коефіцієнт тертя частки по поверхні площини дорівнює f . Оскільки швидкість та розміри частки малі, вважаємо опір повітря пропорційним квадрату швидкості частки (коефіцієнт пропорційності $m \cdot k^2$). Для складання диференційного рівняння руху частки, необхідно використовувати другий закон Ньютона та враховувати всі зовнішні сили, які діють на неї.

На похилій площині на частку діють сила тяжіння, сила тертя та сила опору повітря. Запишемо проєкції всіх сил на вісь x

$F_x = m \cdot g \cdot \sin(\alpha) - f \cdot m \cdot g \cdot \cos(\alpha) + m \cdot k^2 \cdot v^2,$ (2.1)

де m - маса частки, g - прискорення вільного падіння, α - кут нахилу похилої площини до горизонту, f - динамічний коефіцієнт тертя; k - коефіцієнт опору повітря; v - швидкість руху частки.

Отримуємо диференційне рівняння руху частки по похилій площині $m \cdot d^2x/dt^2 = m \cdot g \cdot \sin(\alpha) - f \cdot m \cdot g \cdot \cos(\alpha) + m \cdot k^2 \cdot (dx/dt)^2$.

Його розв'язок [7] при початкових умовах $x(0)=0$ та $x'(0)=0$ має вигляд $x(t) = \ln(\operatorname{ch}(k \cdot t \cdot \sqrt{(g \cdot \sin(\alpha) - f \cdot g \cdot \cos(\alpha)) / k^2}) - L) / k^2$ (2.2)

Для визначення динамічного коефіцієнта тертя проведемо серію експериментів. Змінюючи кут α від 30° до 40° з кроком 2° , визначаємо час t_p подолання часткою відрізка похилої площини довжиною L , тобто підставляємо в ліву частину рівняння (2.2) значення $x(t_p)=L$ і розв'язуємо його чисельно відносно кута динамічного тертя ϕ_x , підставляючи значення констант ($L=1$ м, $k=0,8137$ [8], $m=0,7 \cdot 10^{-6}$ кг, $g=9,81$ м/с²), шість разів значення кута α та відповідний час руху насінини t_p . Визначаємо динамічний коефіцієнт тертя $f_d = \operatorname{tg}(\phi_x)$.

Будуємо графік залежності $f_d = Z(\alpha)$.

Значення динамічного коефіцієнта тертя лінійно зростають в межах 0,49-0,56 зі збільшенням кута нахилу площини до горизонту.

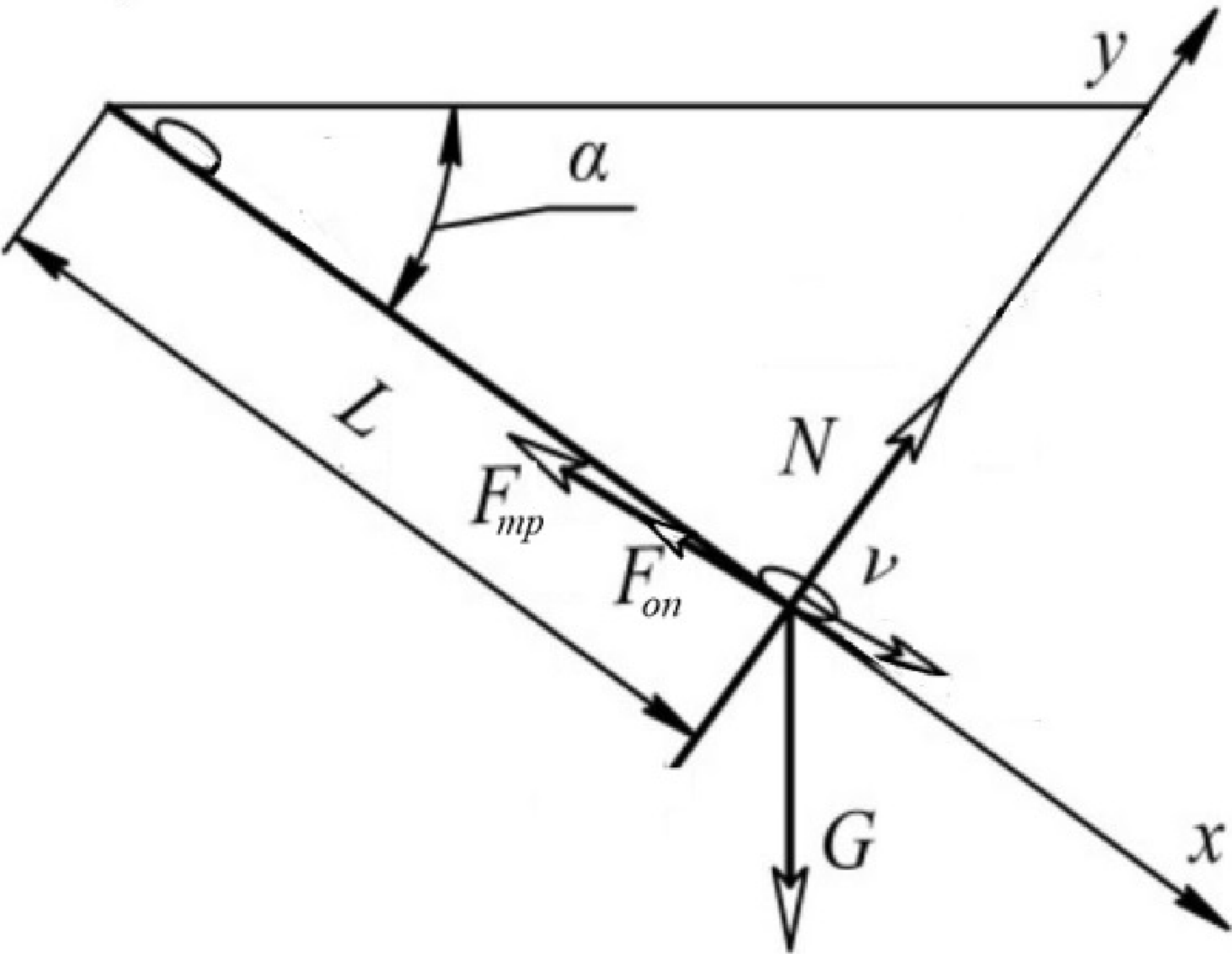
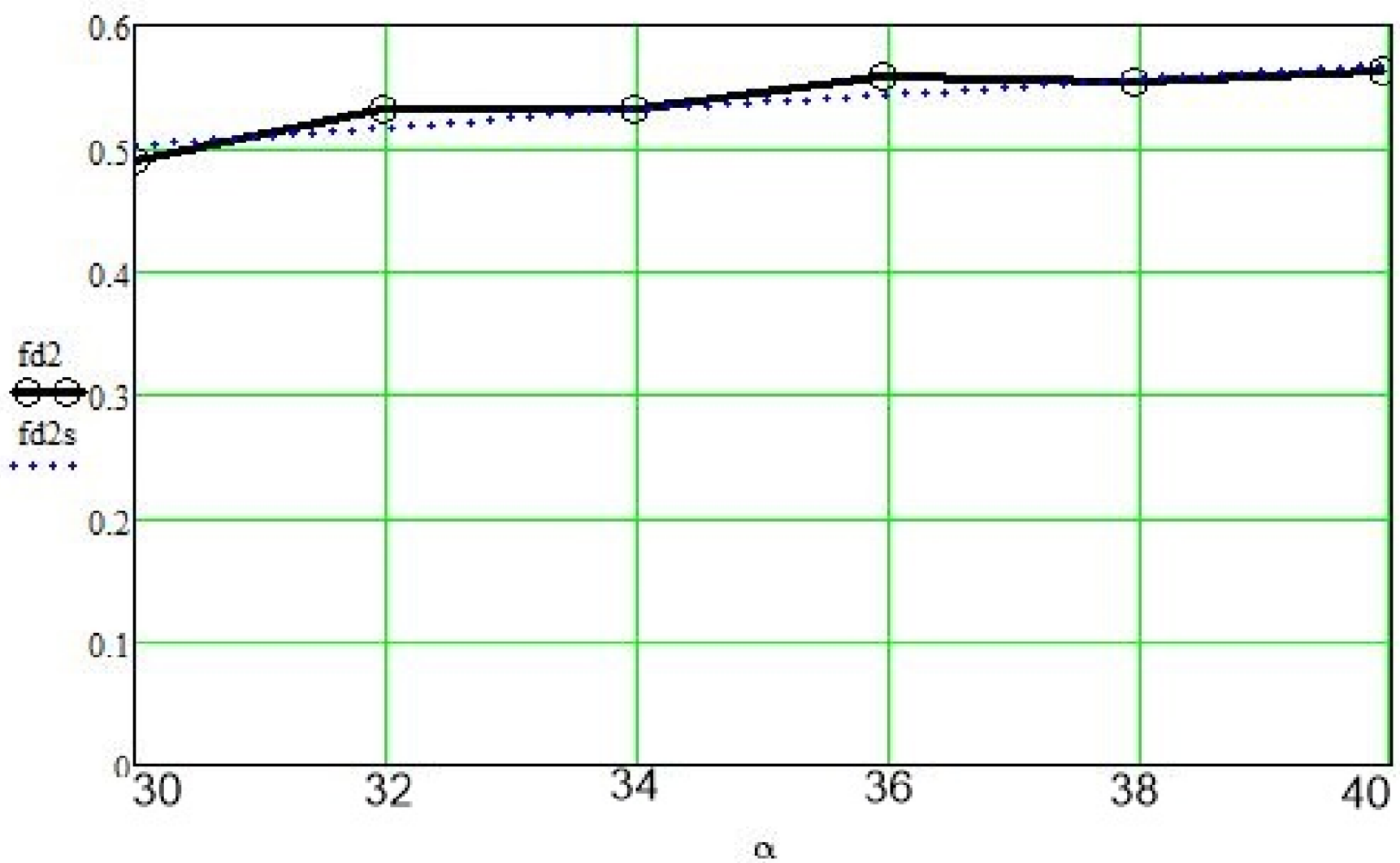


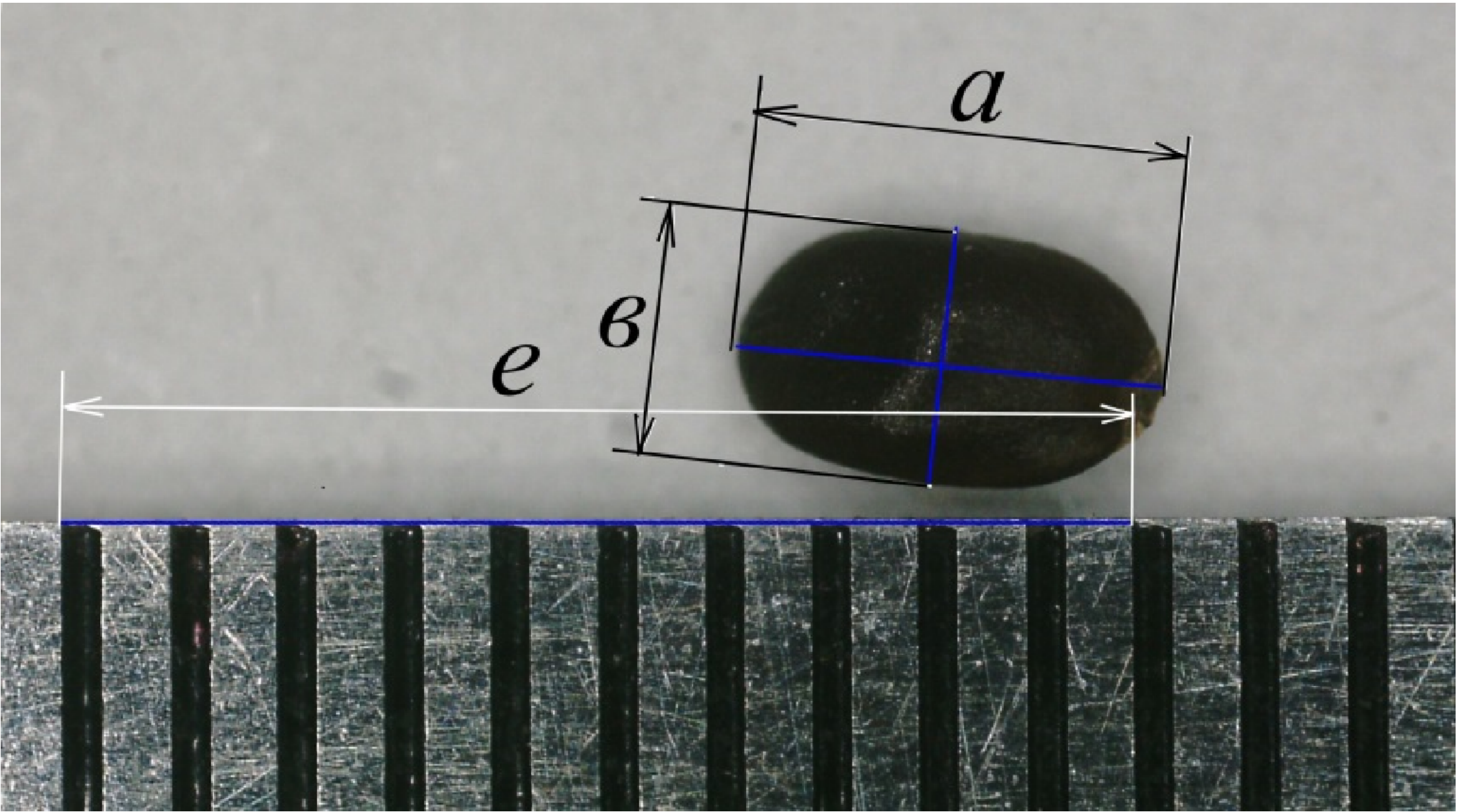
Схема сил, які діють на частку на похилій площині



Графік залежності динамічного коефіцієнта тертя від кута нахилу площини до горизонту

Методика експериментальних досліджень

Оскільки насіння лаванди дрібне, для підвищення точності вимірювань використовували оптичний метод. Геометричні властивості (товщину, ширину та довжину) окремих насінин лаванди визначали за допомогою цифрового мікроскопу, приєднаного через USB-роз’єм до персонального комп’ютера. Виводили зображення насінини на білому матовому фоні на екран монітора. Плавно підбирали масштаб зображення так, щоб довжина насінини заповнювала не менше чверті ширини екрана. Поряд з насіниною розміщували лінійку з ціною поділок 0,5 мм. Записували зображення до файлу та відкривали його у графічному редакторі. Вимірювали на зображенні довжину a , ширину b насінини та довжину e 10 поділок лінійки. Фіксували отримані дані (розміри 100 насінин) в табл. Подальшу обробку проводили на комп’ютері за наступним алгоритмом.



Оптичний метод вимірювання геометричних властивостей насіння лаванди.

Таблиця. Результати вимірювань розмірів зображень насінин

Порядковий номер насінини	Довжина зображення a , мм	Ширина зображення b , мм	Товщина зображення c , мм	Довжина 10 поділок лінійки e , мм	
1	185	90	54	414	390
2	195	96	58	413	388
3	189	106	57	413	391
...	...	...	...	...	...
100	203	112	54	425	394

Визначали масштабний коефіцієнт зображення $\varepsilon = l/e$, де l - довжина еталонного відрізка лінійки ($l=5$ мм), e - довжина 10 поділок лінійки на зображенні, мм. Визначали фактичні розміри насінин, помноживши розміри, виміряні на зображенні, на масштабний коефіцієнт ε . Проводили статистичну обробку результатів по кожному розміру, визначаючи мінімальне та максимальне значення, а також середнє арифметичне. Аналогічно вимірювали товщину насінин c , розташувавши вісь мікроскопу горизонтально та фіксуючи отримані дані в табл. Довжина 10 поділок лінійки на зображенні, при вимірюванні товщини, розміщена в правому стовпцю табл.

				МВЛ00.000.НЧЗ						
Ізм.		Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Методика експериментальних досліджень		Лит.	Маса	Масштаб
Виконав		Богуславський А.С.				Лист 1		Листов 1		
Перевірив		Амосов В.В.								
Н. контр.		Мочок Ю.В.						АІ 22М-1		
Затвердив		Лещенко С.М.								

Методика дослідження коефіцієнтів тертя насіння лаванди



Установка ТММ-21

Методику визначення коефіцієнта тертя обираємо стандартну, з використанням установки ТММ-21. Кладемо досліджувану насінину або коробочку з насінням на досліджуваний матеріал, закріплений на установці. Плавню змінюємо кут нахилу поверхні установки від нуля до кута, при якому частка починає рухатись. Таким чином визначаємо коефіцієнт статичного тертя частки по даному матеріалу ($f_{ст} = \tan(\varphi)$). Вимірювання проводимо у десятиразовій повторності. Для насіння лаванди кут статичного тертя по алюмінію виявився $26 \pm 0,5^\circ$, для насінневих коробочок - $29 \pm 0,5^\circ$. Відповідно, коефіцієнт статичного тертя насіння лаванди по алюмінію дорівнює $f_{ст} = 0,49$, насінневих коробочок - $f_{ст} = 0,55$. Коефіцієнт динамічного тертя визначаємо, пускаючи насінини та коробочки по поверхні, нахилений під кутом, який перевищує кут статичного тертя, та фіксуємо електронним секундоміром час подолання ділянки поверхні довжиною 1 метр. Вимірювання проводимо при шести значеннях кутів у десятиразовій повторності. Обробляємо результати методами математичної статистики.

Залежність коефіцієнта динамічного тертя від кута нахилу поверхні до горизонту: f_{d0} - без урахування опору повітря, f_{d1} - опір повітря пропорційний першому ступеню швидкості руху частки, f_{d2} - опір повітря пропорційний другому ступеню швидкості руху частки

Відомо, що час руху частки по похилій площині з нульовою початковою швидкістю без урахування опору повітря визначають за формулою [9]

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot L}{g \cdot (\sin(\alpha) - f_{d0} \cdot \cos(\alpha))}} \quad (2.3)$$

звідки

$$f_{d0} = (\sin(\alpha) - \frac{2 \cdot L}{g \cdot t^2}) / \cos(\alpha) \quad (2.4)$$

де f_{d0} - коефіцієнт динамічного тертя;

α - кут нахилу поверхні до горизонту;

L - довжина ділянки поверхні, яку долає частка;

t - час подолання ділянки поверхні довжиною L метрів;

g - прискорення вільного падіння.

Якщо опір повітря враховано (вважаємо його пропорційним першому ступеню швидкості руху частки), формула для визначення відстані, яку долає частка за час t , матиме вигляд [7]

$$L = \mu \cdot t + \mu \cdot m \cdot (e - k(t/m - 1)) / k \quad (2.5)$$

де m - маса насінини;

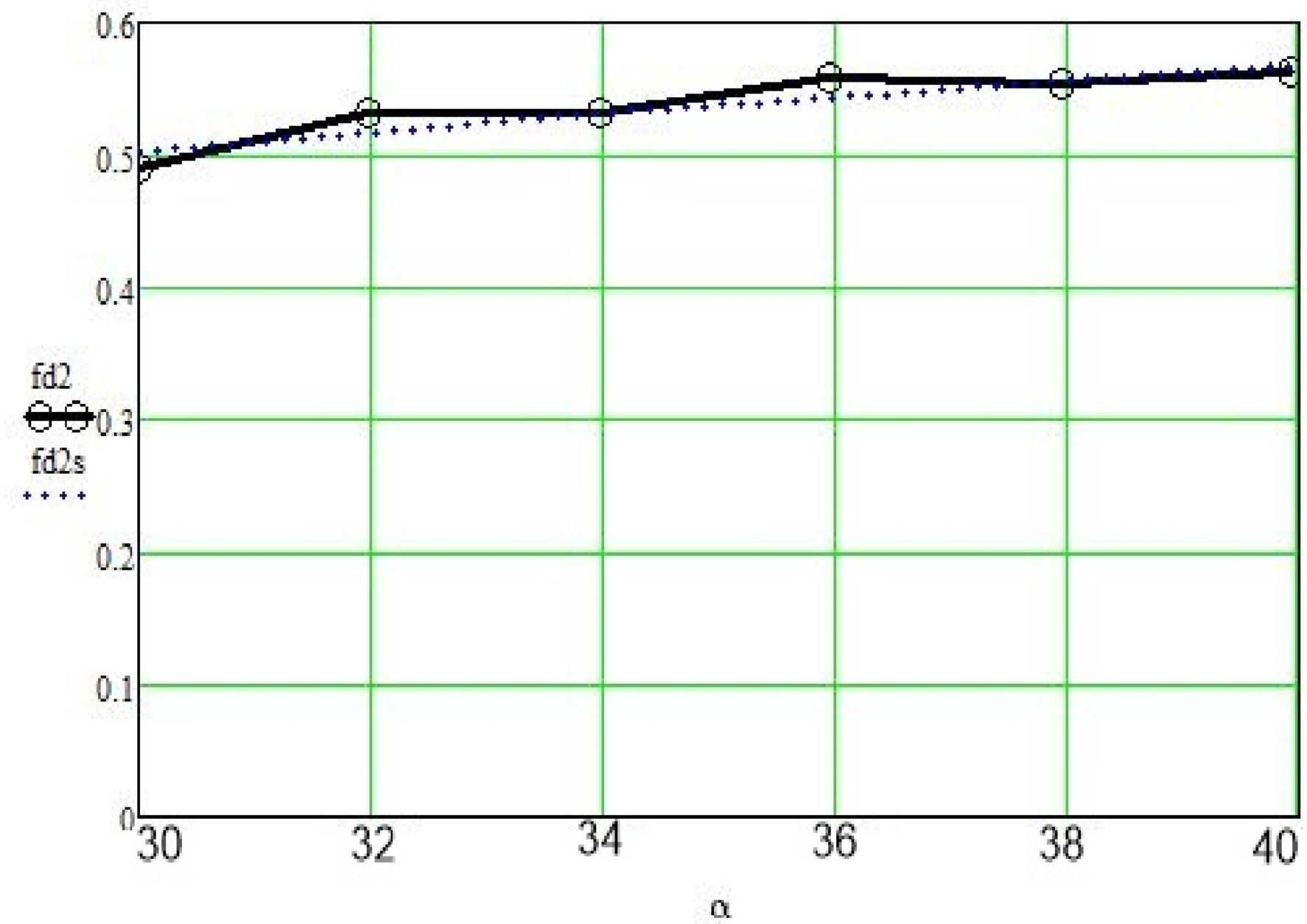
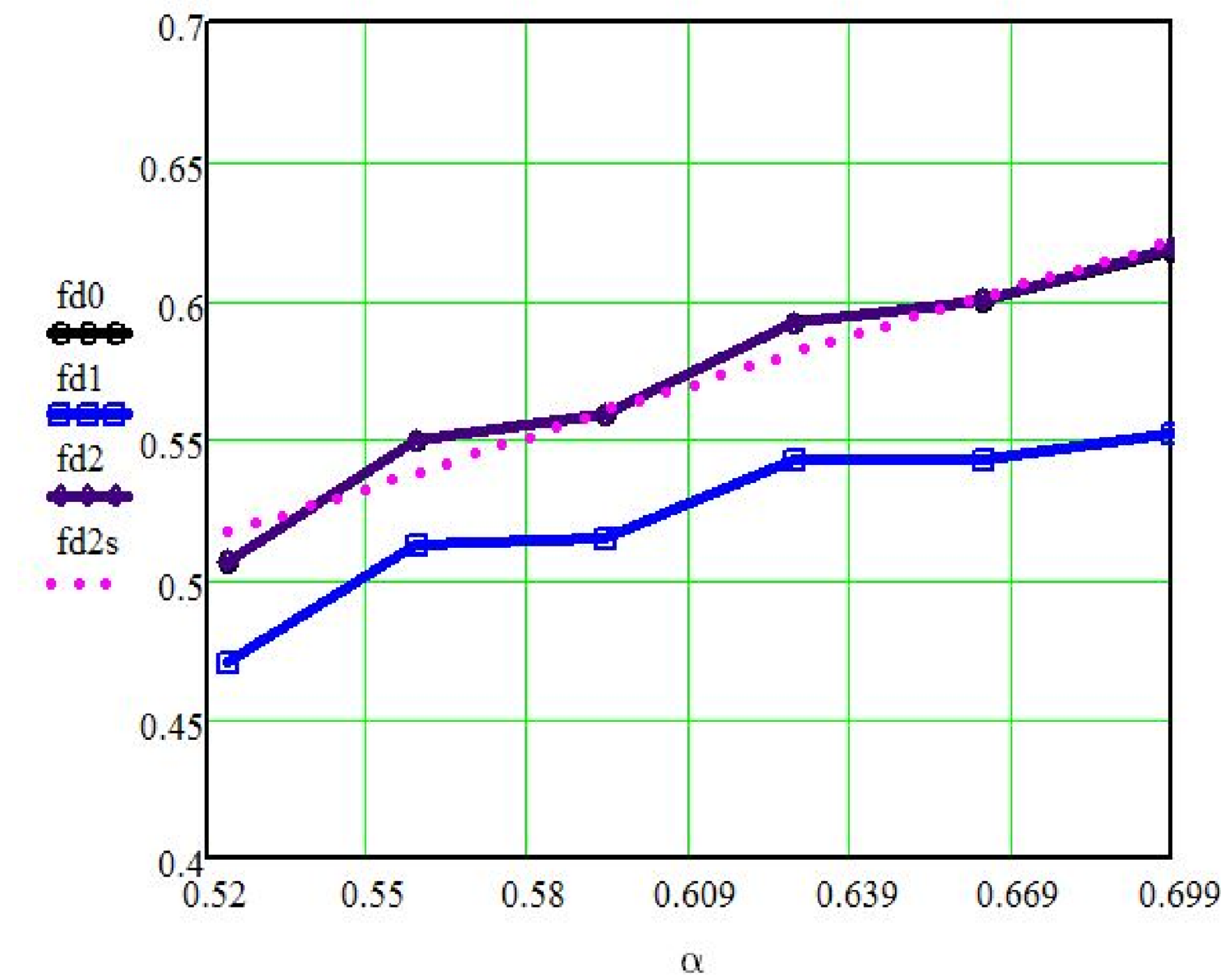
k - коефіцієнт опору повітря;

$$\mu = m \cdot g \cdot \sin(\alpha - \varphi) / (k \cdot \cos(\varphi)) \quad (2.6)$$

де φ - кут динамічного тертя ($\varphi = \arctg(f_{d0})$).

Підставляючи (2.6) в (2.5), отримуємо

$$L = m \cdot g \cdot \sin(\alpha - \arctg(f_{d0})) \cdot (t + m \cdot (e - k(t/m - 1)) / (k \cdot \cos(\arctg(f_{d0}))). \quad (2.7)$$



Графік залежності динамічного коефіцієнта тертя від кута нахилу площини до горизонту

Позначимо та розв'яжемо рівняння (2.7) відносно z .

Після елементарних перетворень отримаємо

$$f_d = \tan(\alpha) - L \cdot k^2 / (m \cdot g \cdot (t + m \cdot (e - k(t/m - 1)))) \quad (2.8)$$

Підставляючи до (2.8) значення постійних величин L , k , g , m та змінні значення кута нахилу поверхні до горизонту і відповідний їм час t руху насінини по ділянці поверхні довжиною L метрів, отримаємо графіки залежності f_d від кута α (рис. 2.13). Очевидно, що ці залежності близькі до лінійної.

Окремого дослідження потребує коефіцієнт опору повітря. Можливо на першому етапі скористатись результатами вимірювань швидкості витання інших науковців, а потім уточнити їх, провівши свої дослідження. З цією метою необхідно спроектувати та виготовити експериментальну установку.

З досліджених іншими авторами культур найбільш схоже на насіння лаванди насіння амаранту [1]. Його коефіцієнт опору при русі у повітрі змінюється в межах від $k_{min} = 0,6143$ до $k_{max} = 1,0208$, середнє значення $k_{sr} = 0,8137$. Середнє значення використаємо у розрахунках коефіцієнта динамічного тертя (з рівняння (2.7)).

Оскільки розміри насінин малі, то при швидкості понад 0,1 м/с сила опору повітря стає пропорційною квадрату швидкості [8]. Тоді час руху частки по похилій площині з нульовою початковою швидкістю визначають за формулою

$$t = ((k^2 \cdot S + \ln(2)) \sqrt{\cos(\arctg(f_d))}) / (k \cdot \sqrt{g \cdot (\sin(\alpha - \arctg(f_d)))}) \quad (2.9)$$

де S - площа поперечного (міделового) перерізу частки.

$$S = \pi \cdot d^2 / 4, \quad (2.10)$$

$$d = 3 \sqrt[3]{a \cdot 3 \sqrt[3]{b \cdot 3 \sqrt[3]{c}}} \quad (2.11)$$

де a , b , c - довжина, ширина, товщина насінини, відповідно.

Підставляючи (2.11) у (2.10), а (2.10) у (2.9), отримуємо трансцендентне рівняння та розв'яжемо його чисельним методом відносно f_d з використанням системи MathCAD. Будуємо графік залежності $f_d = Z(\alpha)$ за результатами розв'язку рівняння (2.9) при шести значеннях кута ($\alpha = 30^\circ; 32^\circ; 34^\circ; 36^\circ; 38^\circ; 40^\circ$).

Порівнюємо отримані з урахуванням та без урахування опору повітря значення f_d .

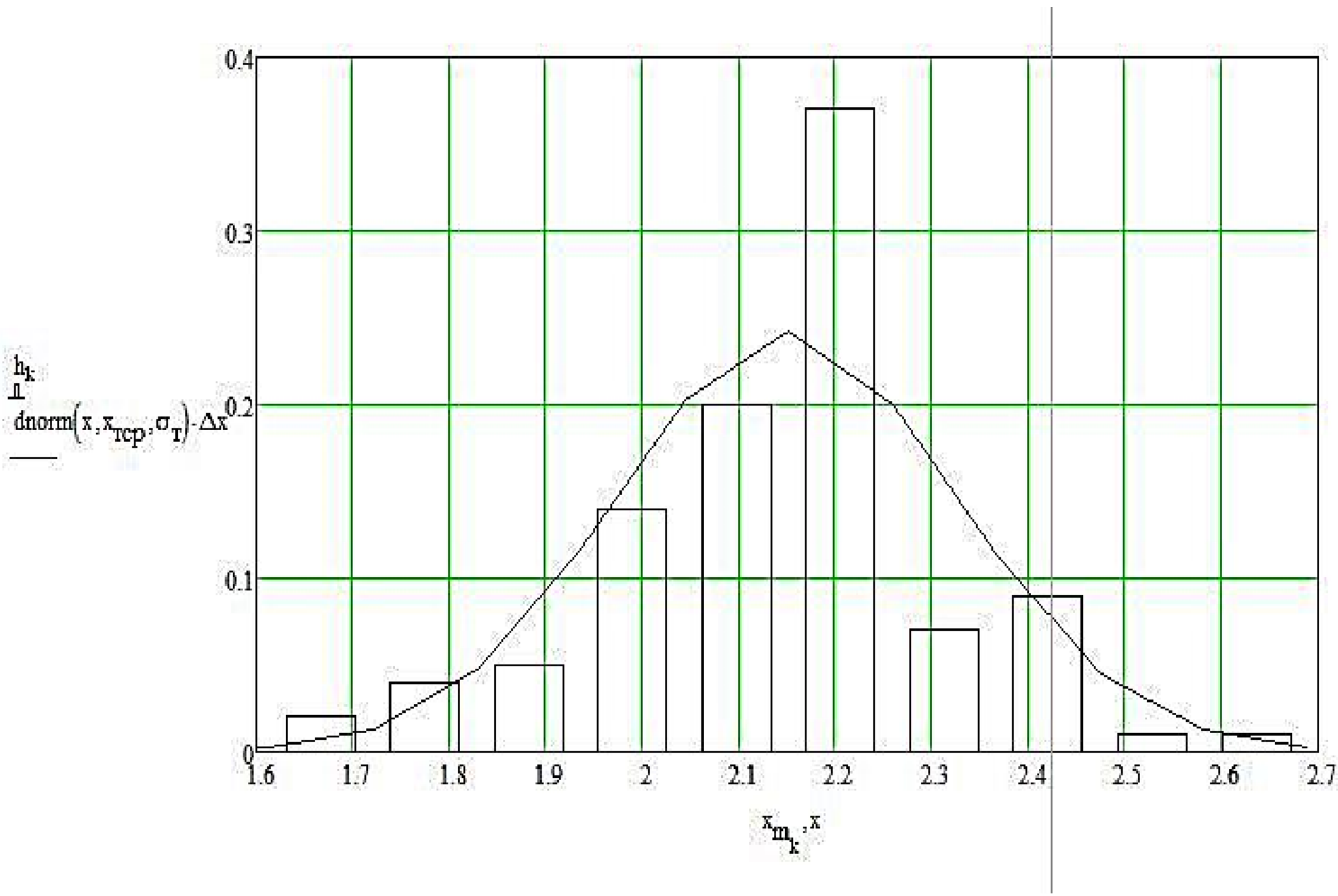
Не зруйновані насінневі коробочки мають пористу структуру поверхні та ребристу форму, що суттєво впливає на їх аеродинамічні властивості. Вони можуть як ковзати, так і котитись по похилій площині, що ускладнює математичне моделювання їх руху.

Враховуючи, що насінневі коробочки рухаються у шарі, де сусідні насінини гальмують їх обертання, можна вважати, що вони ковзають без обертання навколо своєї осі.

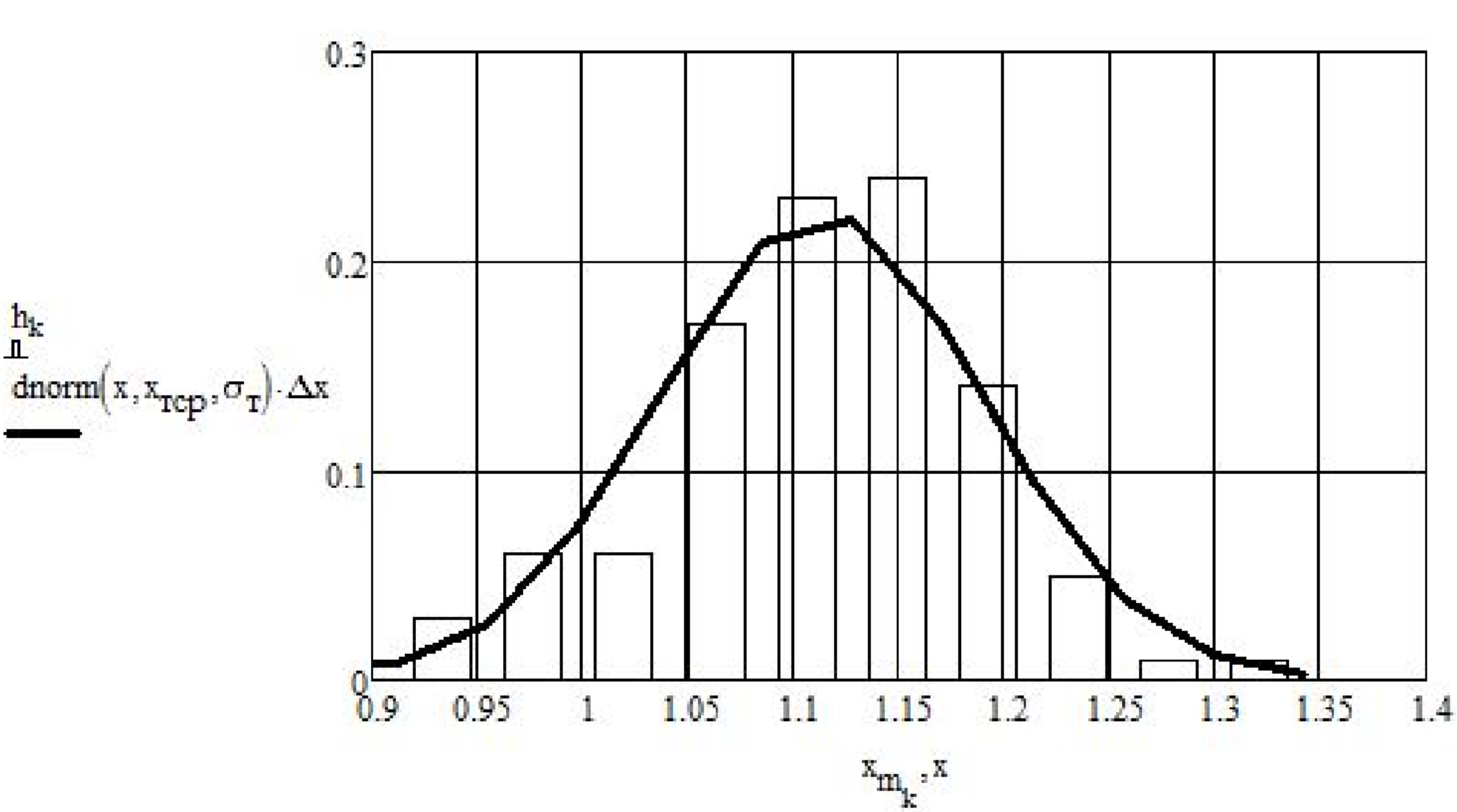
Для визначення фізико-механічних властивостей насінневих коробочок використовуємо формули (2.4), (2.7) і (2.9) та результати експериментальних досліджень.

						МВЛ00.000.НЧ4					
						Методика експериментальних досліджень			Лит.	Маса	Масштаб
Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					Лист 1	Листов 1	
Виконав		Богуславський А. С.									
Перевірив		Амосов В. В.									
Н. контр.		Монюк Ю. В.							AI 22М-1		
Затвердив		Лещенко С. М.									

Результати експерементальних досліджень



Гістограма розподілу насіння лаванди за довжиною



Гістограма розподілу насіння лаванди за шириною

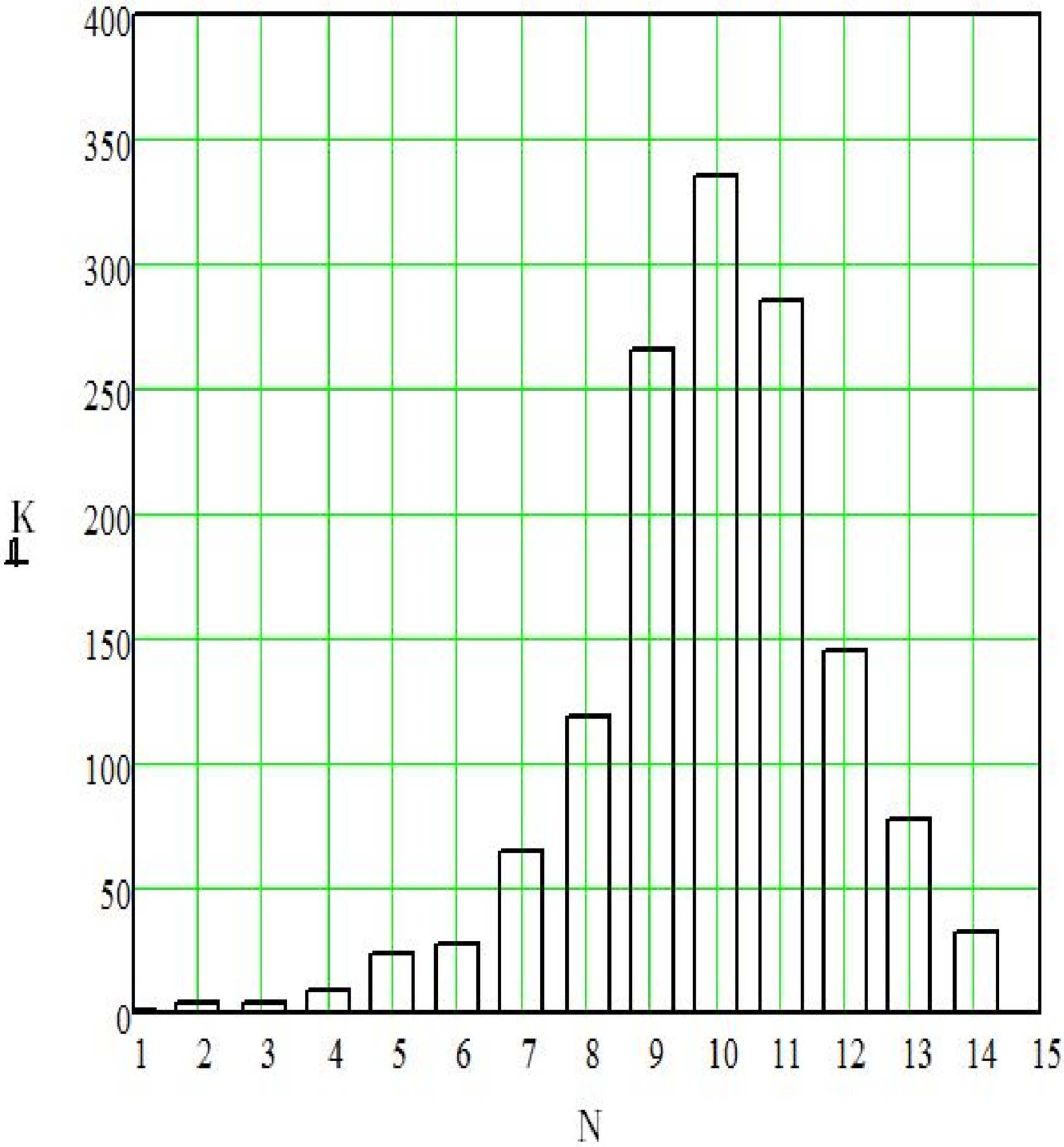
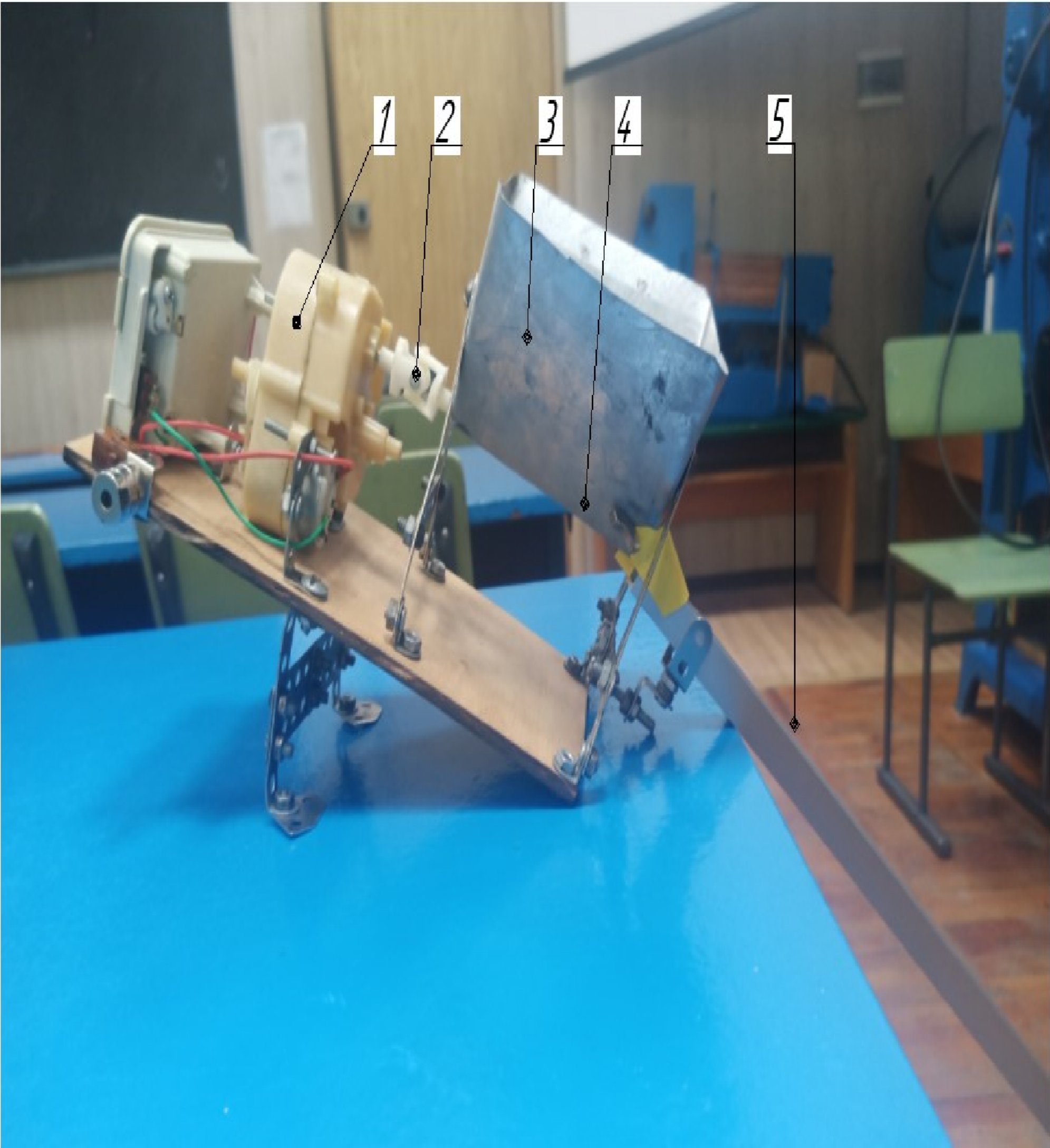
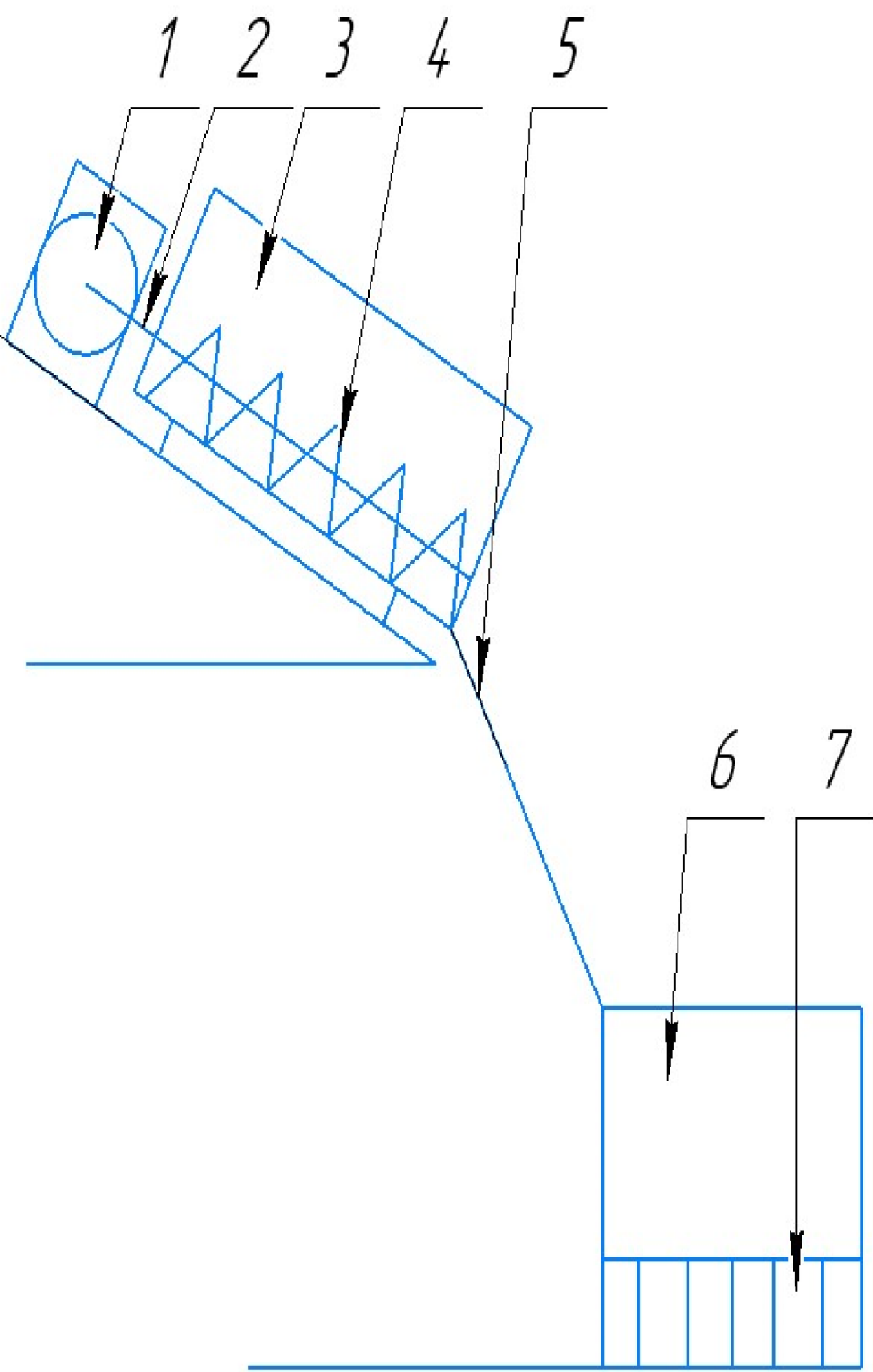
Результати наших досліджень.
Довжина насінин лаванди $amin=1,667$ мм, $amax=2,636$ мм, $asr=2,15$ мм, середньоквадратичне відхилення $\sigma a=0,178$ мм. Будуємо гістограму розподілу насіння за довжиною. Перевіряємо відповідність експериментальних даних нормальному закону. Оскільки експериментальне значення критерію χ -квадрат (19,78) перевищує табличне (14,07), то експериментальні дані розподілені за нормальним законом.
Ширина насінин лаванди $bmin=0,93$ мм, $bmax=1,32$ мм, $bsr=1,11$ мм, середньоквадратичне відхилення $\sigma b=0,077$ мм. Будуємо гістограму розподілу насіння за довжиною. Оскільки експериментальне значення критерію χ -квадрат (6,67) не перевищує табличне (14,07), то закон розподілу експериментальних даних не відповідає нормальному.

Маса 1000 насінин - 0,69 грам.
Вперше було досліджено:
- масу квітконосів з одного куща: 4- річного - 70,63 грам, 5-річного - 92,88 г;
- Маса насіння з одного куща 15,43 г;
- Щільність перетертого лавандового вороху 0,1318 г/см3.

Практика показала, що ворох лаванди легко комкується, щоб запобігти комкуванню, елементи конструкції, з якими взаємодіє ворох, повинні мати кут нахилу до горизонту більше 40°.
Сконструйований макет установки дозволив на практиці перевірити та підтвердити деякі закономірності.
Також на практиці побачили життєздатність ідеї сортувати за аеродинамічними властивостями.

				МВЛ00.000.НЧ5							
				Результати експериментальних досліджень			Лит.	Масса	Масштаб		
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис				Дата				-
Виконав		Богуславский А.С.									
Перевірив		Амосов В.В.									
							Лист 1	Листов 1			
Н. контр.		Мочок Ю.В.					АІ 22М-1				
Затвердив		Лещенко С.М.									

Установка для сортування насіння лаванди та результати сортування



Графік залежності розподілу насінин за довжиною фрикційної поверхні

Установка для сортування насіння лаванди: 1 - двигун; 2 - вал; 3 - бункер; 4 - шнек; 5 - жолоб; 6 - похила фрикційна поверхня; 7 - набір місткостей для насіння та домішок

Інв. № подл.

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инд. № дубл.

Справа №

Пера. примен.

МВЛ00.000.ТЧ1

4

3

2

1

Технологічна карта вирощування лаванди вузьколистої

Перший рік

Шифр операції	Назва операції	Одиниці виміру	Обсяг робіт	Початок робіт, дата. Період за який має бути виконана операція	Тривалість робіт, днів	Марка енергозасобу	С.-г. машина Марка	Кількість робітників
1	Лущення стерні	га	1	01.09	1	T-150	ЛДГ-15	1
2	Оранка на зяб	га	1	15.10	1	T-150	ПЛН-4-35	1
3	Операції по пророщуванню насіння	-	-	15.01-16.01	2	-	-	2
4	Комбінований обробіток	га	1	14.04	1	T-150	КШН-5,6	1
5	Висадка розсади в полі	га	1	15.04-16.04	1	Dongfeng DF 244	Agromax S237	2
6	Повторна висадка (за потребою)	га	1	16.04-30.05; 01.09-01.10.	1	Dongfeng DF 244	Agromax S237	2
7	Міжрядний обробіток	га	1	10.05 - 10.07, один раз в 3-4 тижні	1	MT3-80	КРН-4,2	1
8	Прополювання у рядку	га	30	за потребою, орієнтовно тричі за сезон	3	-	-	10

Від другого року - до двадцяти -двадцяти п'яти років

Шифр операції	Назва операції	Одиниці виміру	Обсяг робіт	Початок робіт, дата. Період за який має бути виконана операція	Тривалість робіт, днів	Марка енергозасобу	С.-г. машина марка	Кількість робітників
1	Міжрядний обробіток	га	1	15.04 - 10.07, за потребою, орієнтовно один раз в 3-4 тижні	1	MT3-80	КРН-4,2	1
2	Прополювання у рядку	га	30	за потребою, орієнтовно тричі за сезон	3	-	-	10
3	Повторна висадка (за потребою)	га	1	16.04-30.05, 01.09-01.10	1	Dongfeng DF 244	Agromax S237	2
4	Збирання врожаю	га	1	22.06-12.07	1	ЛУМ-2 / Крим	-	1
5	Легке обрізування кущів	га	3	Після збору суцвітть	3	-	-	10
6	Омолоджуючий зріз	га	3	Кожні 5-6 років	3	-	-	10
7	Зріз квітконосів на насіння	га	1	01.09	1	-	-	1

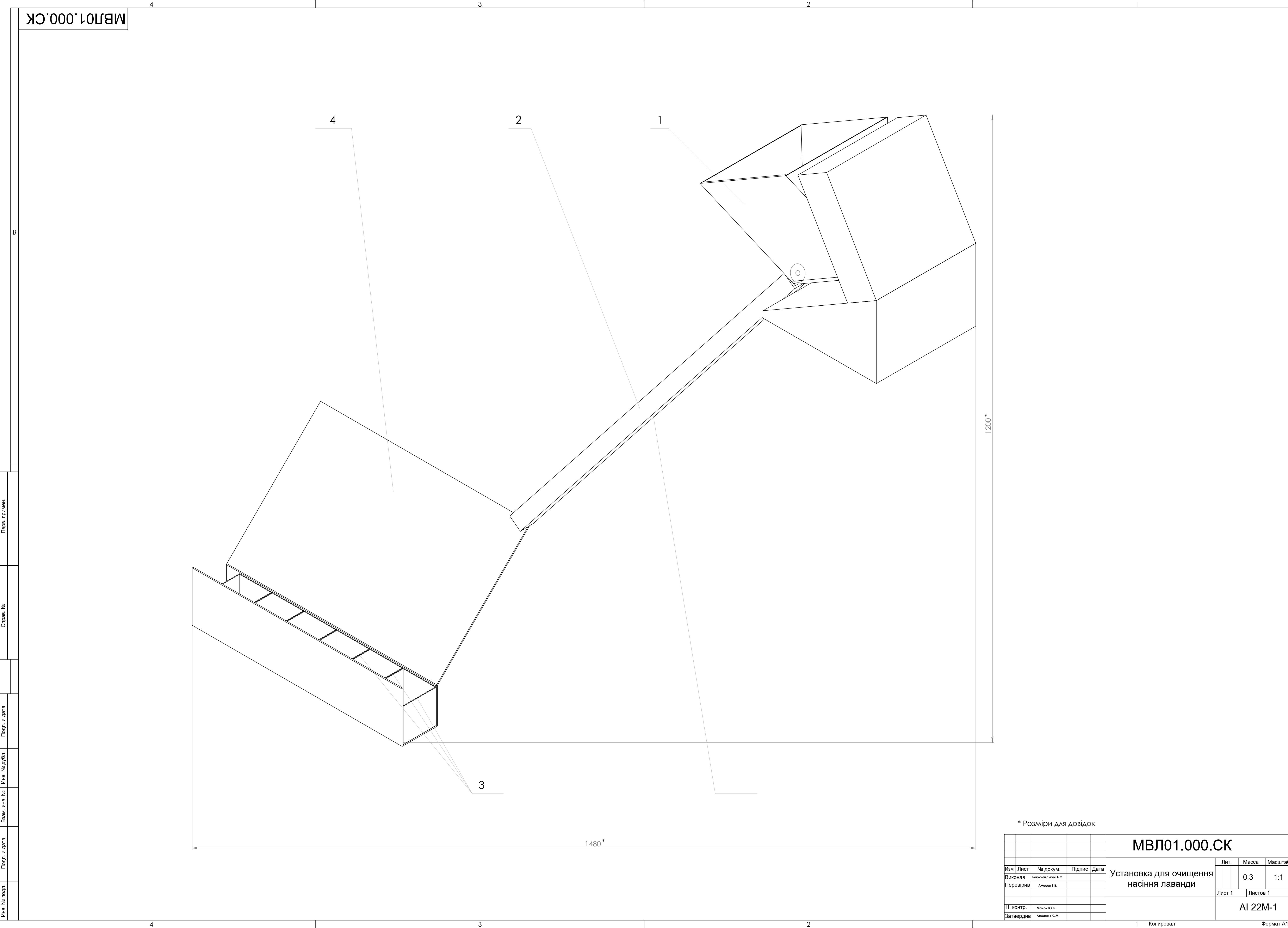
Площа, га	1
Попередник	Люцерна
Природна зона	Степ
Урожайність, ц/га	
Основної продукції	20-30 ц/га
Побічної продукції	-

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Технологічна карта	Лит.	Масса	Масштаб
Виконав		Богуславський А.С.						-
Перевірив		Амосов В.В.				Лист 1	Листов 1	
Н. КОНТР.		Мочок Ю.В.				АІ 22М-1		
Затвердив		Лещенко С.М.						

1 Копировал

Формат А1

[illegible]



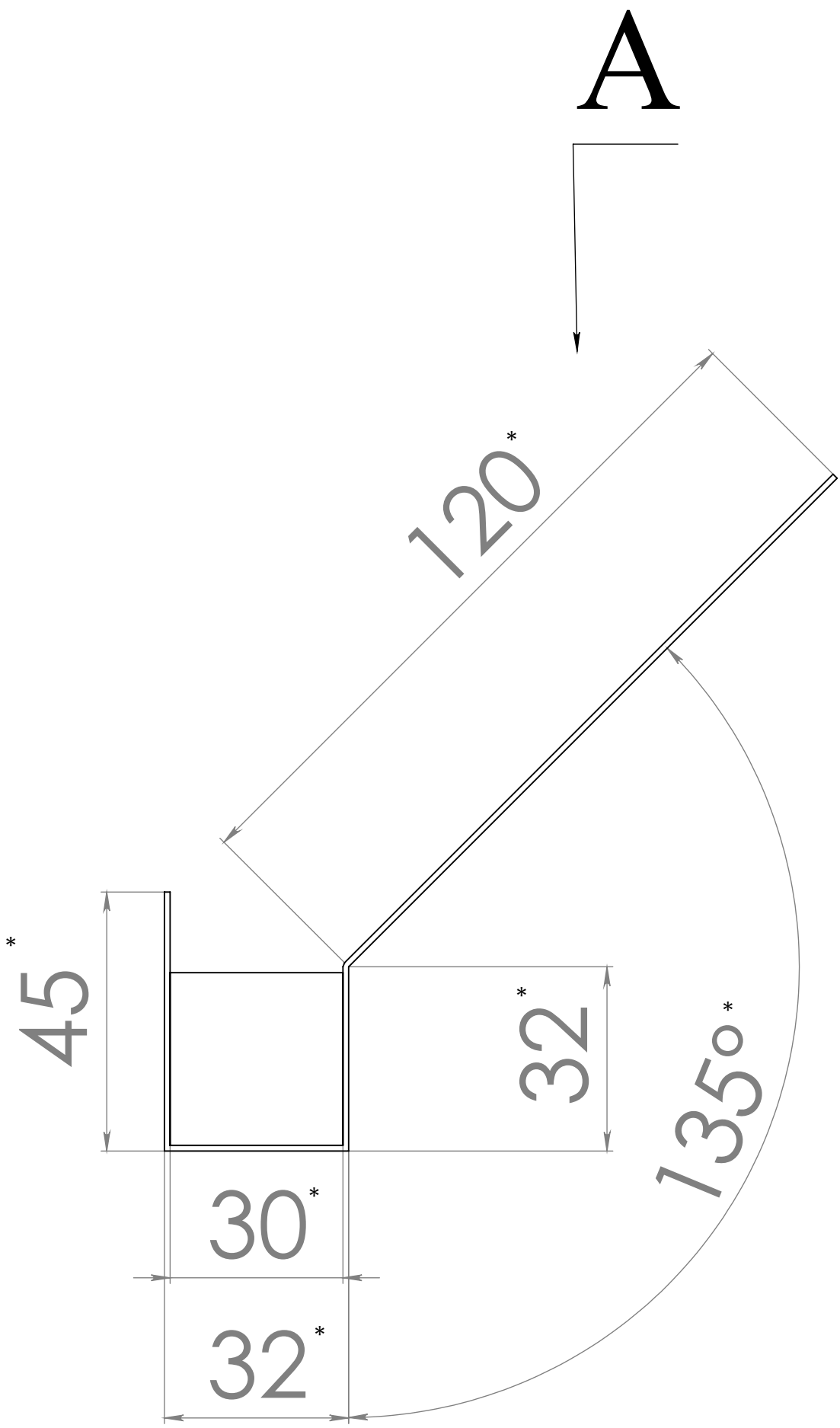
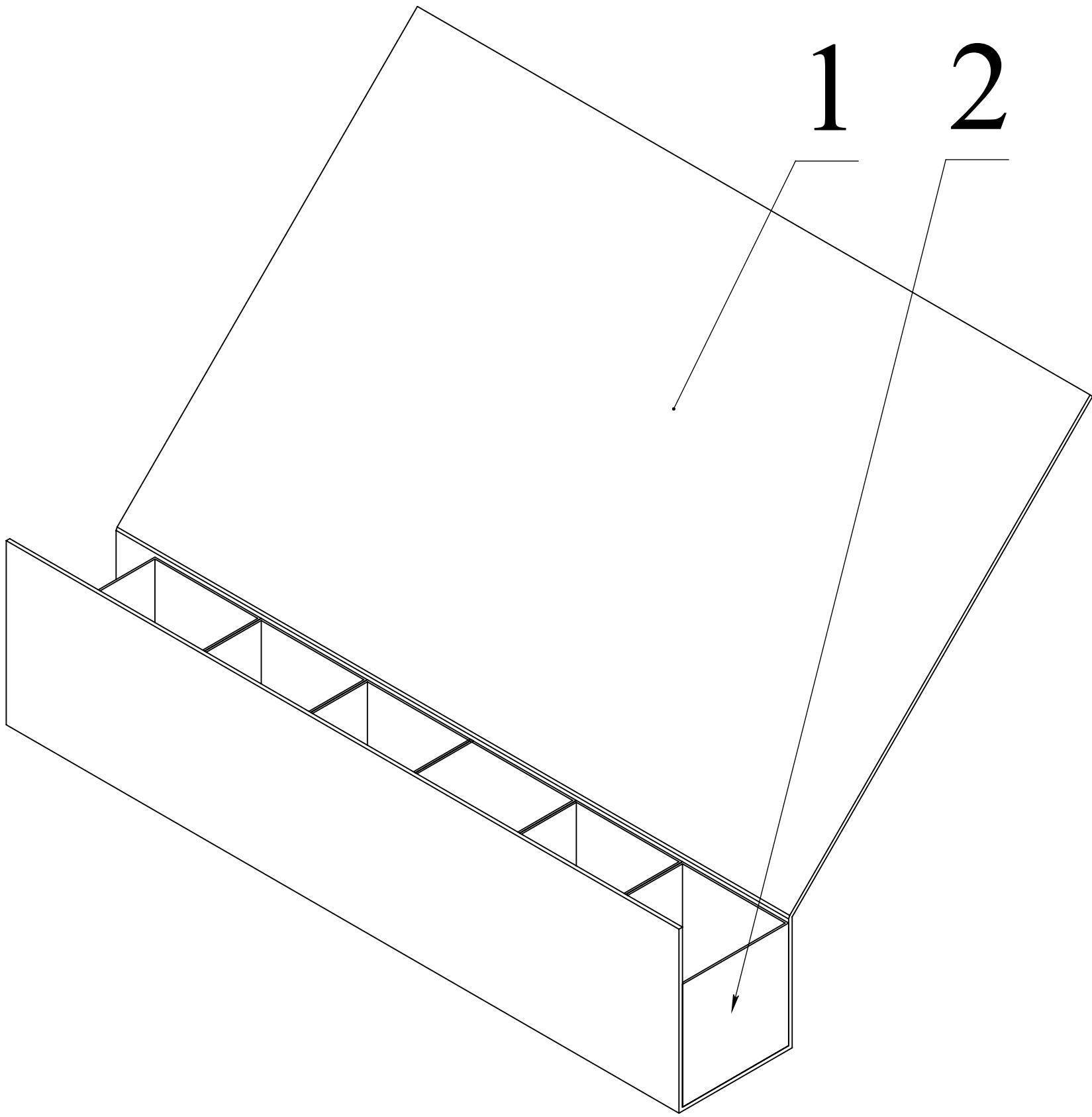
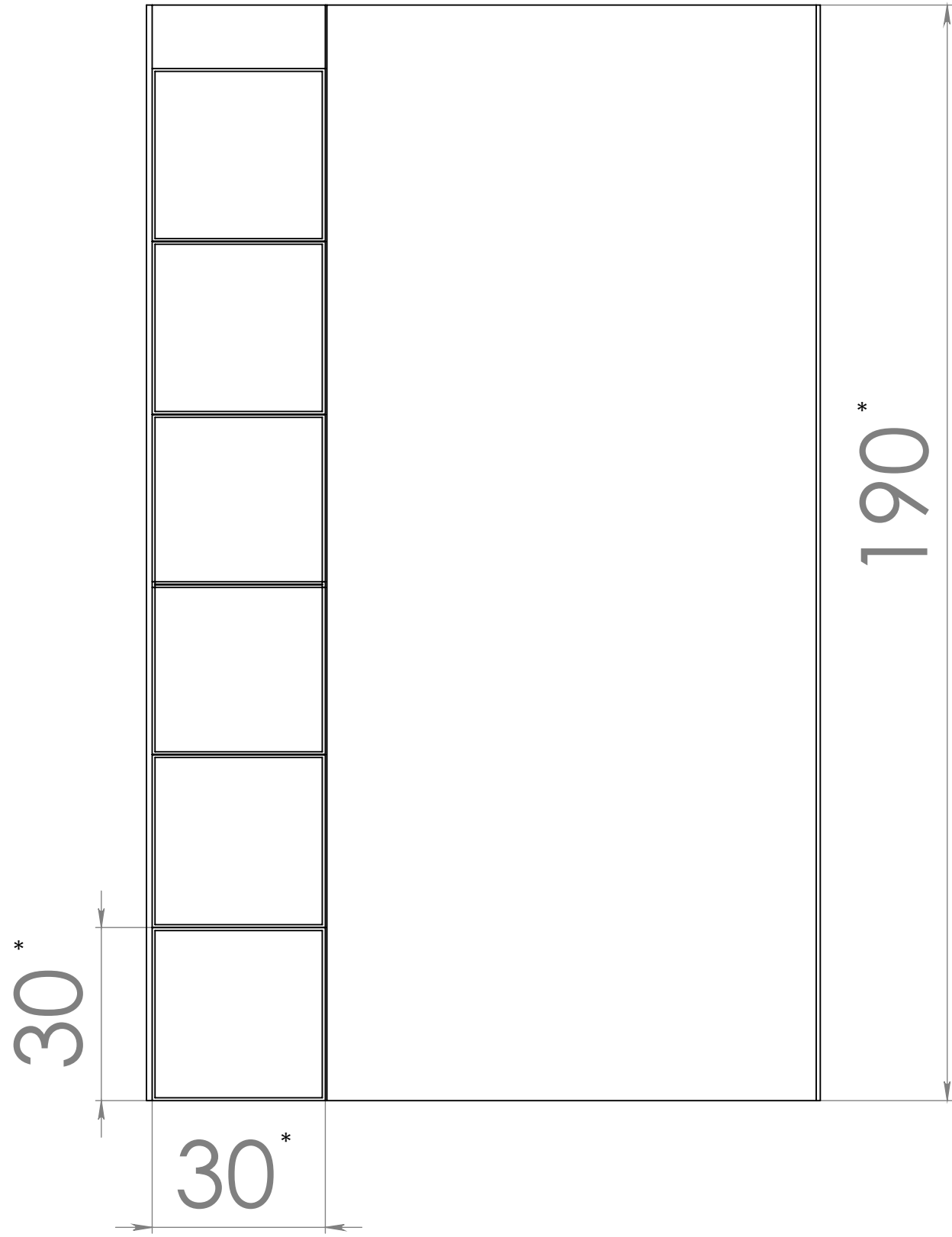
МВЛ01.000.СК

Інв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата	Справа №	Пера. примен.

* Розміри для довідок

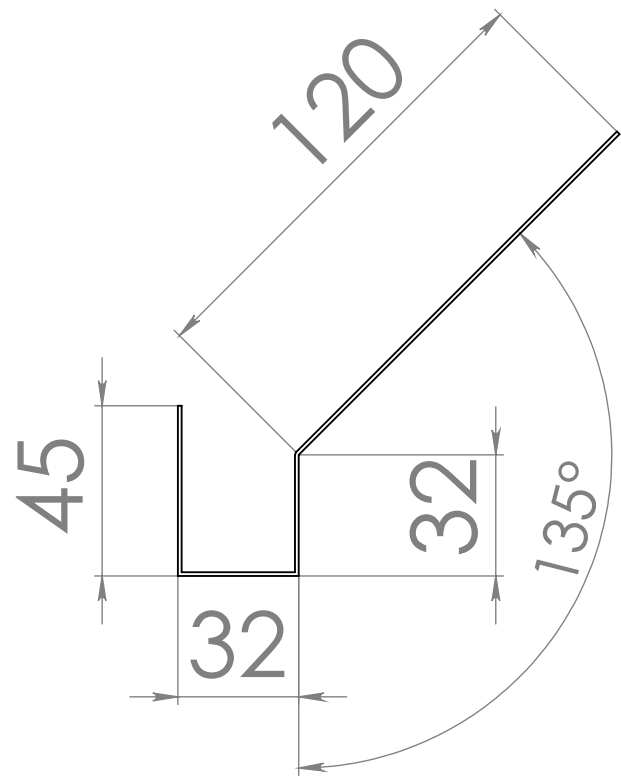
						МВЛ01.000.СК			
Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Установка для очищення насіння лаванди				Лит.
Виконав		Богуславський А.С.							Масса
Перевірив		Амосов В.В.							Масштаб
									Лист 1
									Листов 1
Н. КОНТР.		Мочко Ю.В.							АІ 22М-1
Затвердив		Лещенко С.М.							

[illegible]

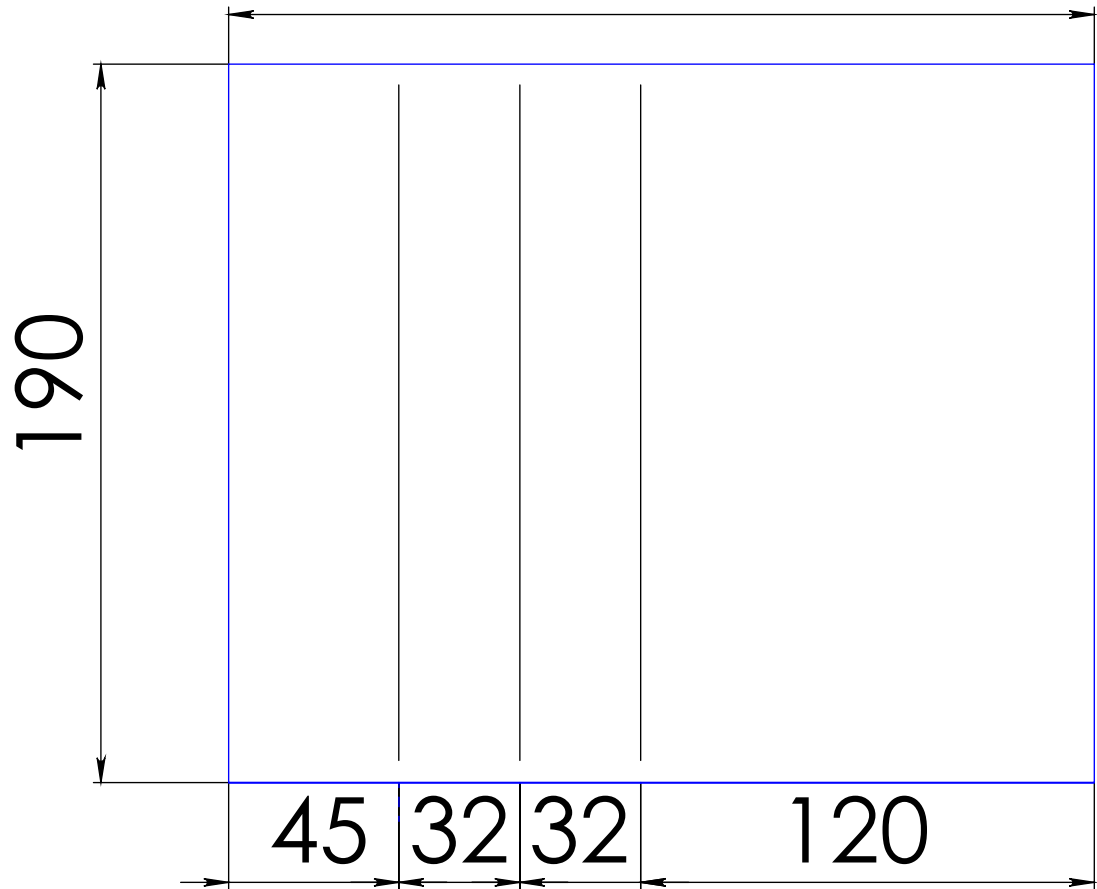


Инов. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Справ. №

МВЛ01.405

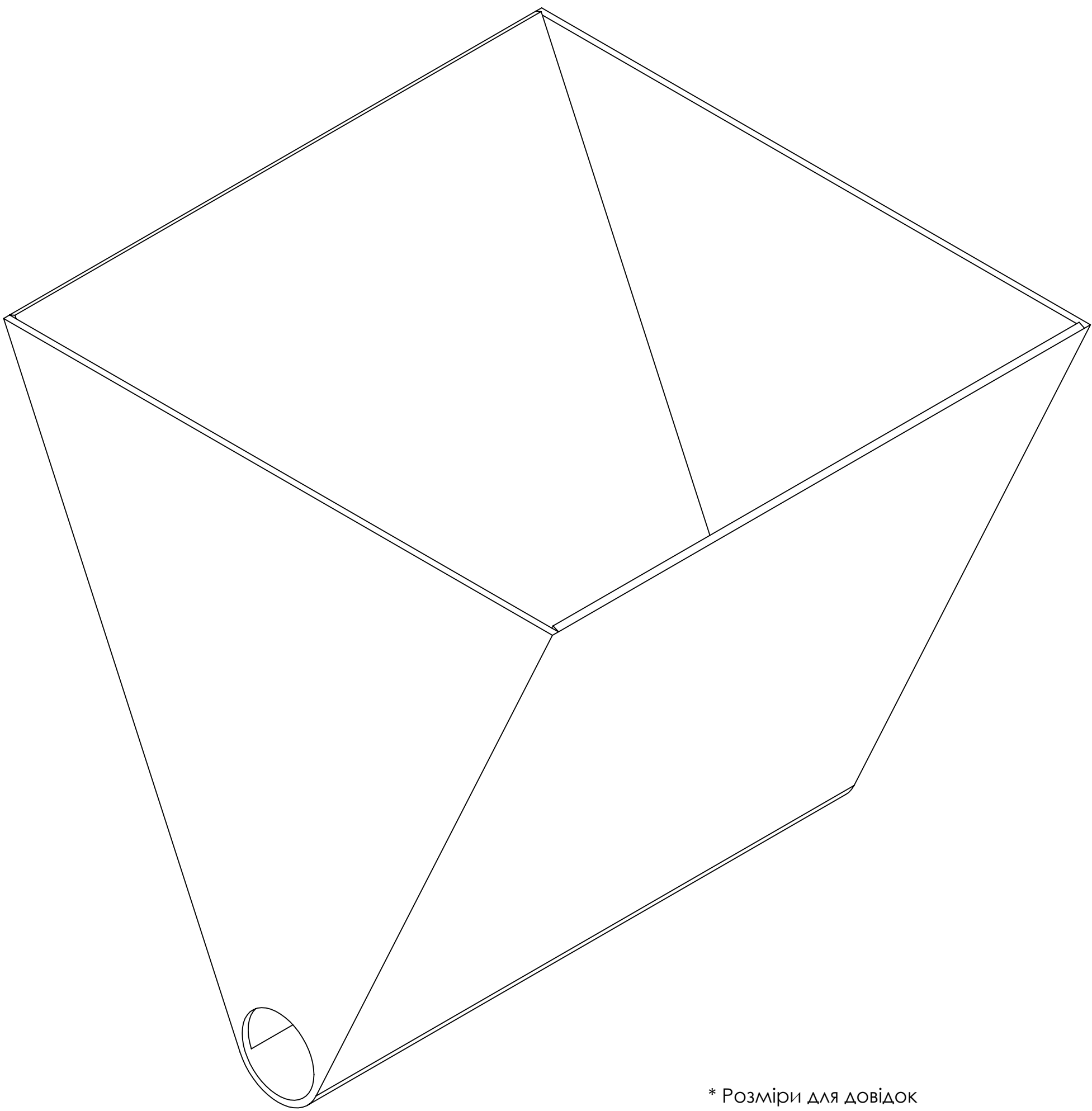
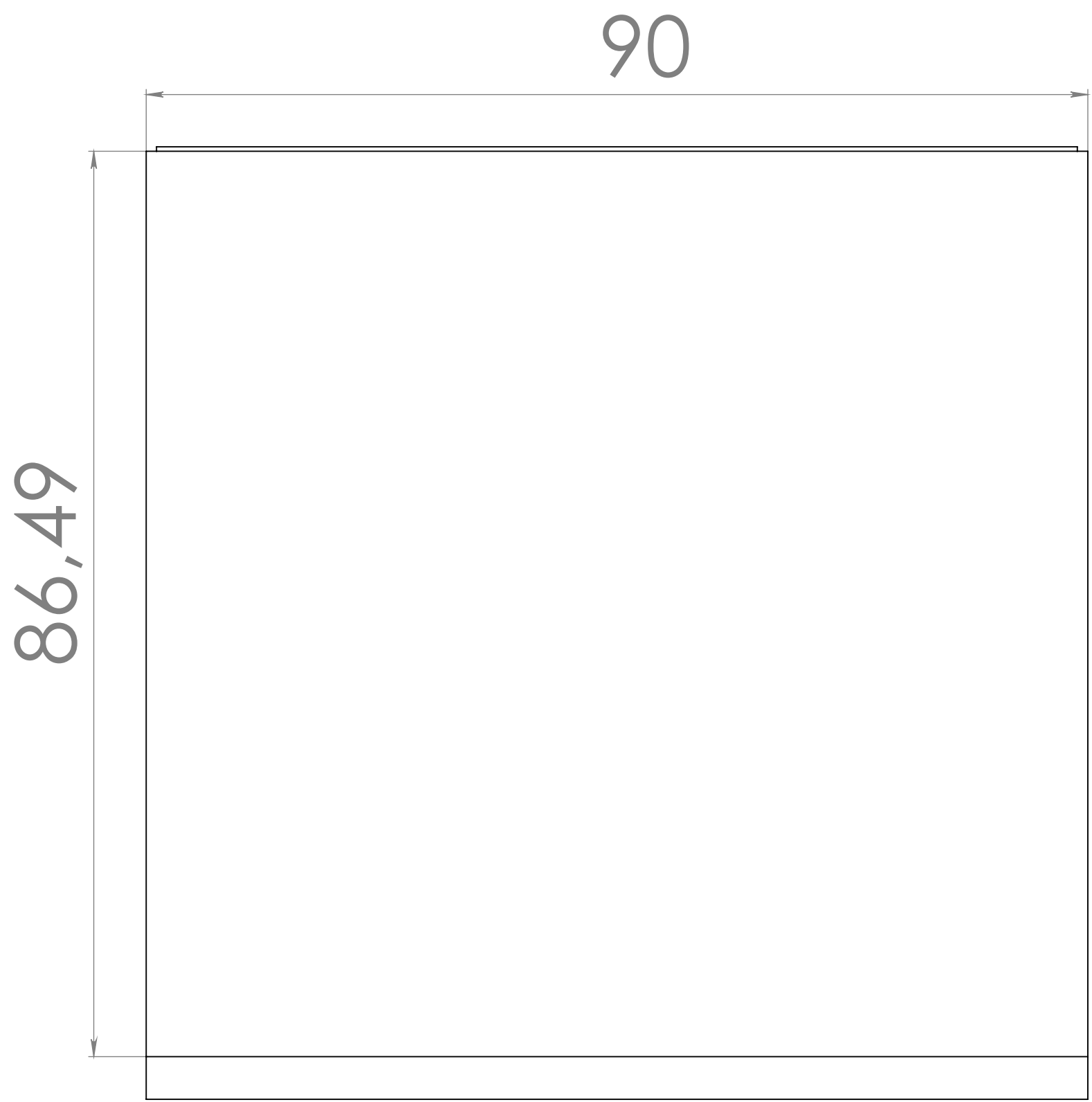
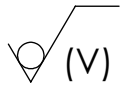


Розгортка
229 *



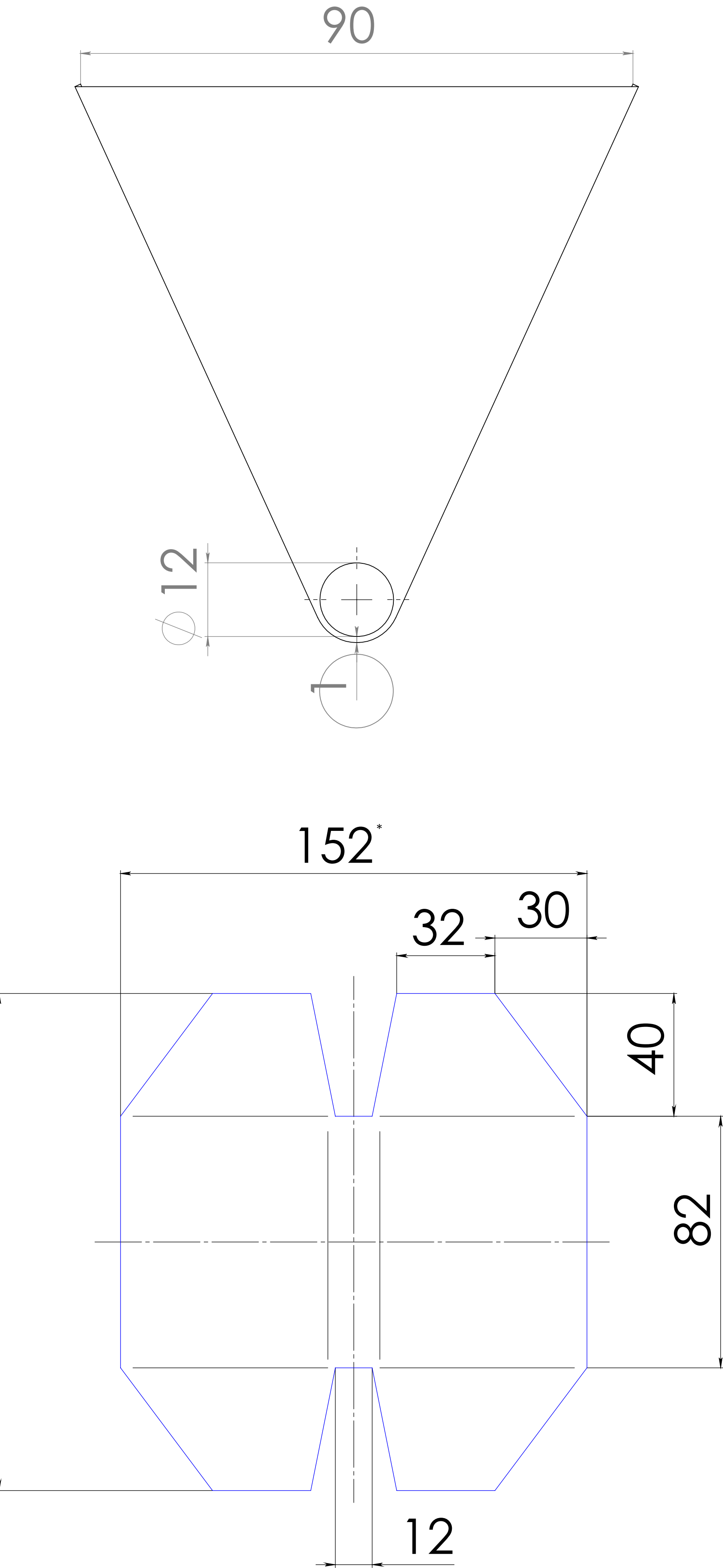
*Розміри для довідок

					МВЛ01.405				
					Фрикційна поверхня	Лит.		Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				0,1	1:2
Виконав	Богуславський А.С.								
Перевірив	Амосов В.В.								
						Лист 1		Листов 1	
Н. контр.	Мачок Ю.В.				Лист Б - ПН - 1 ГОСТ19903 - 90 Сталь 45 ГОСТ1050 - 2013	AI 22М-1			
Затвердив	Лещенко С.М.								



* Розміри для довідок

						МВЛ01.401				
						Бункер		Лит.	Масса	Масштаб
								0,1	1:1	
					Лист 1			Листов 1		
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		Лист	Б - ПН - 1.0 ГОСТ19903 - 90 Сталь 45 ГОСТ1050 - 2013	АІ 22М-1		
Виконав			Богуславський А.С.							
Перевірив			Амосов В.В.							
Н. контр.			Мачок Ю.В.							
Затвердив			Лещенко С.М.							



МВЛ01.401

Пера. примен.

Стараа. №

Подп. и дата

Изм. № дубл.

Взам. инв. №

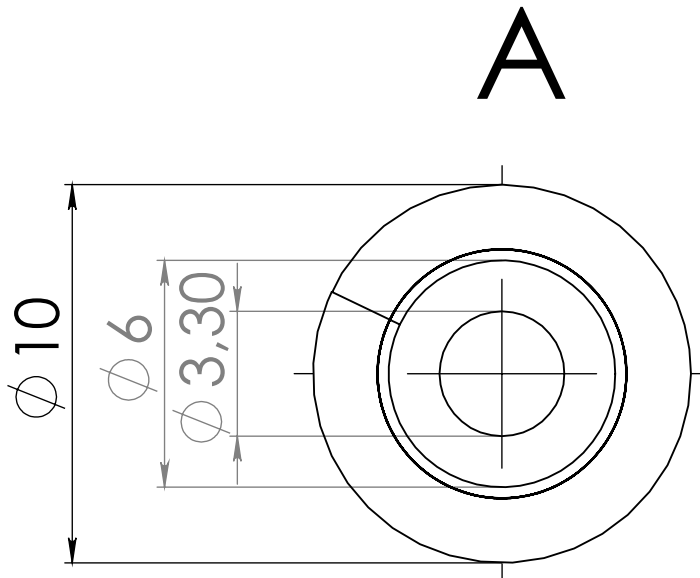
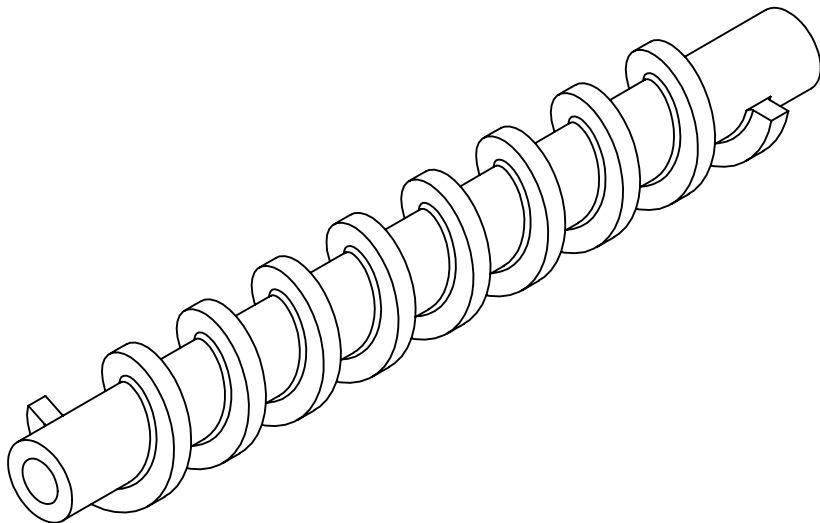
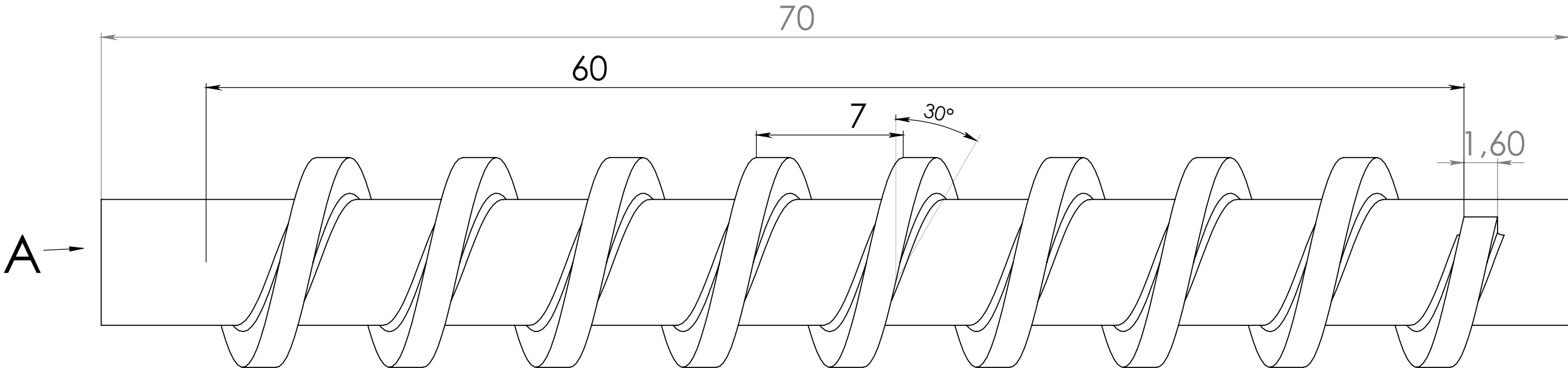
Подп. и дата

Изм. № подл.

Формат А1

Справ. №		Подп. и дата		Инв. № дубл.		Взам. инв. №		Подп. и дата		Инв. № подл.	

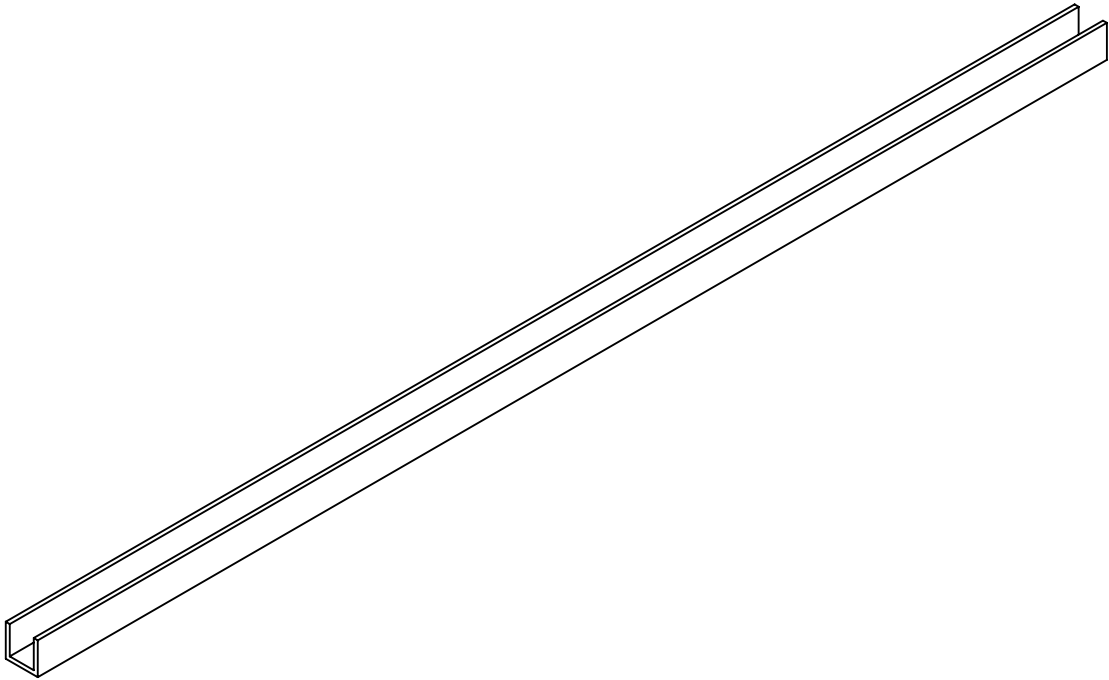
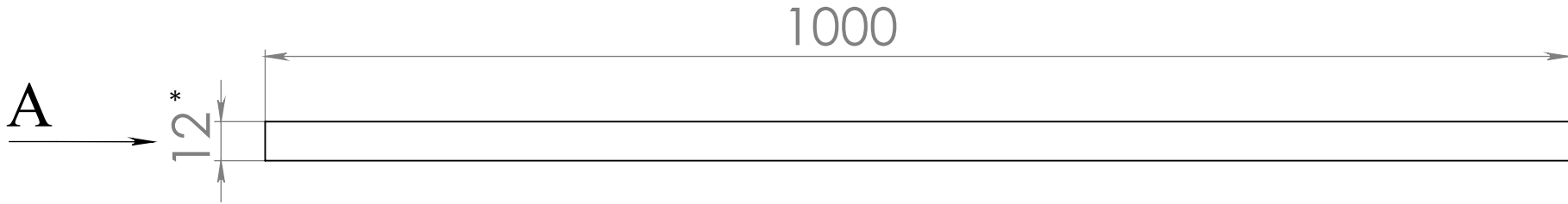
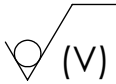
МВЛ01.003



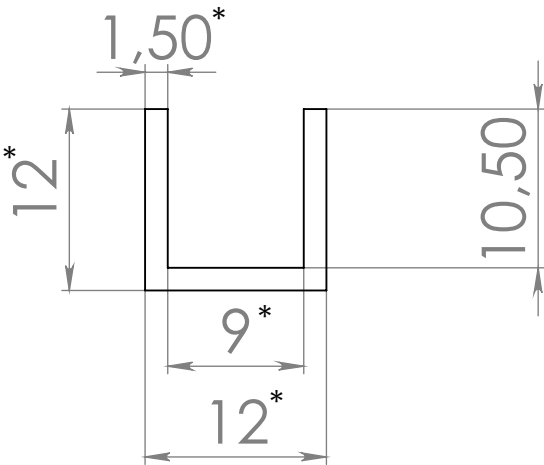
					МВЛ01.003						
					Шнек	Лит.			Масса	Масштаб	
									0,01	5:1	
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		Лист 1			Листов 1		
Виконав		Богуславський А.С.									
Перевірів		Амосов В.В.									
					Нитка полімерна для 3D друку - ABS ТУ 22.29.29-001-40266883-2016					AI 22M -1	
Н. контр.		Мачок Ю.В.									
Затвердив		Лещенко С.М.									

Справ. №		Подп. и дата		Инв. № дубл.		Взам. инв. №		Подп. и дата		Инв. № подл.	

МВЛ00.002



A 2:1

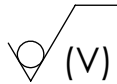
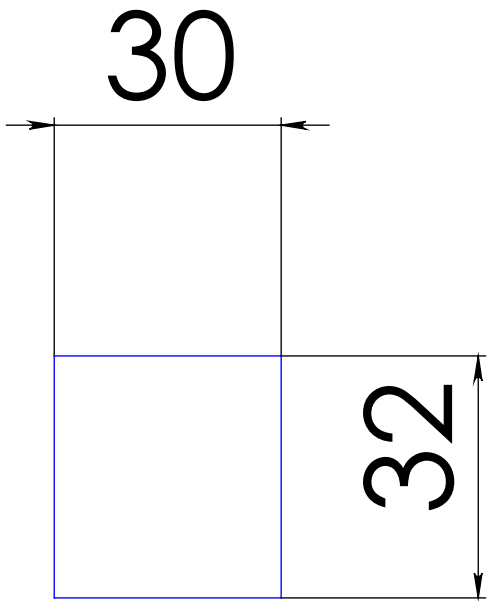


*Розміри для довідок

					МВЛ00.002						
					Жолоб	Лит.			Масса	Масштаб	
									0,1	1:2	
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата							
Виконав		Богуславський А.С.									
Перевірив		Амосов В.В.									
						Лист 1			Листов 1		
					Швелер алюмінієвий 12х12х1,5 ДСТУ Б В, 2.6-3-95	AI 22М -1					
Н. контр.		Мачок Ю.В.									
Затвердив		Лещенко С.М.									

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Справ. №

МВЛ01.404



					МВЛ01.404				
					Перетинка	Лит.		Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				0,01	1:1
Виконав	Богуславський А.С.								
Перевірив	Амосов В.В.								
						Лист 1		Листов 1	
Н. контр.	Мачок Ю.В.				Лист Б - ПН - 1.0 ГОСТ19903 - 90 Сталь 45 ГОСТ1050 - 2013	АІ 22М-1			
Затвердив	Лещенко С.М.								