

УДК 631.331.5: 631.43

**Пришляк В.М.***канд. техн. наук, доцент**завідувач кафедри сільськогосподарських машин  
факультет механізації сільського господарства  
Вінницький національний аграрний університет**Вінниця, Україна**E-mail : viktor.prishlyak@i.ua*

## **ГРУНТОВО-РЕГІОНАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ СІВБИ ТА РОЗРОБКА СТЕНДУ СІВАЛКИ**

### **Анотація**

*Значна частина площ сільськогосподарських угідь розміщена на схилових землях змінної крутизни. Родючість ґрунтів на схилах не рівномірна і, переважно, знижується зі зростанням крутизни схилів. Ґрунти на схилах мають також змінні фізико-механічні характеристики, котрі наряду з крутизною схилів та іншими характеристиками впливають на стійкість руху машин. Вчення акад. П.М. Василенка, як фундаментальна методологія дає можливість теоретично описати як рух по поверхнях, із врахуванням сил тертя просторової системи у вигляді посівного МТА, так і рух часток насінневого матеріалу, добрив по робочих поверхнях на шляху від насінневого ящика до ложа, утвореного сошником у технологіях рівнинних полів і схилового землеробства. Для дослідження в лабораторних умовах якісних показники сівби кукурудзи (соняшнику) на схилових землях, функціонування систем, вузлів і механізмів сівалки точного висіву насіння з пневматичним апаратом усмоктувальної дії, розроблено та виготовлено стенд, адаптований як для умов горизонтальної місцевості так і полів зі змінним рельєфом.*

***Ключові слова :** ґрунт, схиліві землі, стійкість руху, вчення акад. П.М. Василенка, проектування, пневматична сівалка, насіння, лабораторні умови*

**Вступ.** Сучасне сільськогосподарське виробництва – це науково обґрунтований комплекс взаємопов'язаних заходів, які забезпечують найбільш ефективно використання землі з метою отримання високих врожаїв с.-г. культур, у тому числі біоенергетичної групи за обов'язкової умови збереження родючості ґрунтів. Для забезпечення високих врожаїв на рівнинних полях та схилових землях передбачається застосування науково обґрунтованих сівозмін, ефективних прийомів обробітку ґрунту, внесення добрив, сівби, проведення меліоративних і протиерозійних заходів [9]. Розробка та створення стендів для дослідження в лабораторних умовах сівалок дозволить оптимізувати якісні, динамічні, енергетичні та економічні показники функціонування посівних машин як на рівнинних полях так і на схилових землях.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Відомі наукові праці, в котрих вчені приділили значну увагу питанням особливостей зміни механіко-технологічних властивостей ґрунтів та підготовки їх до сівби сільськогосподарських культур [1, 9], сівби [2, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13], теорії, розрахунку та проектуванню засобів механізації [2, 3, 4, 5, 6, 9], особливостям виконання технологічних процесів на схилах [2, 8, 10, 11, 12], актуальним енергозберігаючим біоенергетичним питанням [7, 10, 11, 12]. Але через складність технічного вирішення проблемою залишаються сівба біоенергетичних культур на схилах змінної крутизни.

**Мета.** Проаналізувати, вивчити та дослідити ґрунтово-регіональні особливості сівби біоенергетичних культур на схилових землях та розробити конструкцію стенда для лабораторних досліджень сівалки.

**Методологія дослідження.** В основу методології досліджень покладено вчення акад. П.М. Василенка, описане в книгах «Автоматизация процессов сельскохозяйственного производства» [2], «Теория движения частицы по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин» [3], «Основы научных исследований. Механизация сельского хозяйства» [4], «Методика построения расчетных моделей функционирования механических систем (машин и машинных агрегатов)» [5].

**Результати.** Сівба на схилах супроводжується низкою проблем [11, 12], до котрих можна віднести погіршення стійкості руху агрегатів, а також якісних, енергетичних, екологічних та економічних показників. Різке зниження родючості змитих ґрунтів призводить до значного недобору врожаю сільськогосподарських культур (пшениці, тритикале, цукрових буряків, кукурудзи, соя тощо), а саме, на слабозмитих – до 15 %, на середньозмитих – до 40 % і до 60 % на сильозмитих ґрунтах у порівнянні з урожаєм на рівнинних ділянках.

Питання стійкості руху посівних машин, їх опорно-ходових елементів і робочих органів, які взаємодіють з ґрунтом, комплексно та всебічно розглядалися з огляду на агротехнологічні та техніко-енергетичні показники й характеристики складних біотехнологічних систем функціонування МТА у детермінованих динамічних процесах під час переміщення по полях із змінним рельєфом. Тут враховувались мінливі агрофізичні та механіко-технологічні властивості ґрунтів, технологічні операції і машини з підготовки посівних площ до сівби і, обов'язково, конструктивні особливості самих МТА, їх робочих органів, які забезпечують надзвичайно важливий і відповідальний процес – сівбу. Результати проведених досліджень підтвердили, що на якісні та енергетичні показники сівби, стійкість руху посівних МТА впливає ґрунтове середовище, ефективний вибір ґрунтообробних операцій, що враховується під час проектування посівних машин.

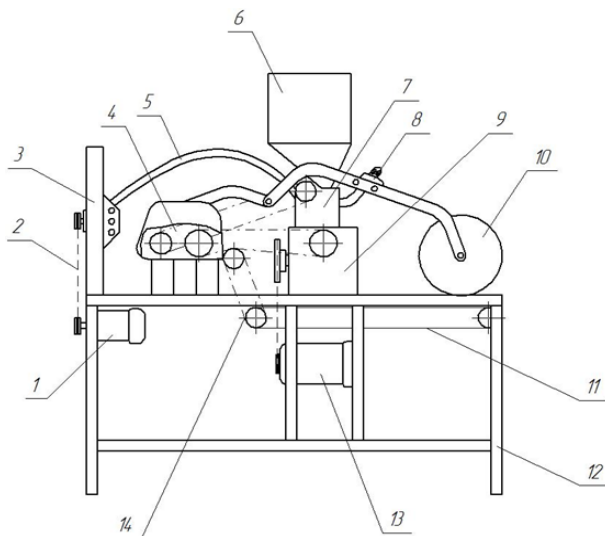
Стійкість руху робочих органів машин (розпушуючих лап, сошників, загортачів тощо) на схилах залежить від взаємодії багатьох сил. Величина, напрям дії, характер зміни сил залежать від різноманітних факторів, у тому числі, від бічних сил, які діють на робочі органи, від способу з'єднання робочих органів з рамою, від типу машин, способу їх агрегування, режиму роботи та зовнішніх факторів. За умови постійної швидкості руху на симетричні машини діють такі сили: сила опору ґрунту дії робочих органів, реакції ґрунту на опорні поверхні, сила тяжіння та сила тяги. Для багатьох типів сошників елементарні нормальні та дотичні сили, що діють на робочі поверхні, представляють просторову систему сил. Загалом ця система зводиться до головного вектора, рівного геометричній сумі діючих сил і до головного моменту, проекція котрого на напрямок головного вектора співпадає з центральною віссю головного вектора.

У системах автоматичного керування мобільними с.-г. машинами використовуються слідкуючі пристрої. Вони застосовуються у схемах автоматичного водіння тракторів під час оранки, міжрядного обробітку просапних культур та збирання врожаю, при автоматичному регулюванні глибини обробітку ґрунту та закладання посівного матеріалу, для контролю висіву насіння, стабілізації положення і напрямку руху машин під час роботи на схилах та в інших процесах виробництва [2].

Вчення акад. П.М. Василенка, як фундаментальна методологія дає можливість теоретично описати як рух по поверхнях, із врахуванням сил тертя складної просторової системи у вигляді МТА, так і рух часток насінневого матеріалу, добрив по робочих поверхнях на шляху руху від насінневого ящика до ложа. Так, у книзі [5] «Теория движения частицы по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин» акад. П.М. Василенко писав: «Независимо от того, будут ли это машины и орудия для обработки почвы и посева, машины для уборки зерновых или технических культур,

молотилки или машины для очистки и сортирования зерна и др., одним из составных элементов технологического процесса их работы является перемещение обрабатываемых частиц (или тела) по фрикционным поверхностям рабочих органов этих машин». У теорії функціонування посівних машин в умовах схилених земель для описання руху насіннєвого матеріалу залежно від типу і форми робочих поверхонь доцільно застосовувати методики, запропоновані акад. П.В. Василенком. Сюди можна віднести: рух частки матеріалу по похилій площині (кінематичні умови усунення заторів часток матеріалу під час руху, рух частки матеріалу по похилій площині за умов опору середовища, пропорційного квадрату швидкості та ін.); рух частки по площині, що коливається (рух частки по похилій площині з поперечним коливанням, при горизонтальному коливанні та коливанні площини у напрямку схилу).

Для дослідження в лабораторних умовах якісних показників сівби кукурудзи на схилених землях, функціонування систем, вузлів і механізмів сівалки точного висіву насіння з пневматичним апаратом усмоктувальної дії розроблено та виготовлено стенд [7], адаптований як для умов горизонтальної місцевості так і полів зі змінним рельєфом, котрий представлено на рис. 1.



**Рис. 1. Стенд для дослідження пневматичної сівалки**

На етапі розробки конструкції лабораторного стенду вивчались подібні стенди, описані в літературних джерелах і запатентовані. Так, до уваги взято стенд для дослідження якості висівання насіння, описаного у розділі «Стендове обладнання для дослідження характеристик висівних апаратів» у монографії «Технологічні основи проектування та виготовлення посівних машин» [8], з лівого боку рами якого встановлено висівний апарат з бункером й конічний барабан, по периферії нижньої основи котрого концентрично розміщені комірки, відносно яких в нижній частині є вікно для переміщення насіння в зону висівання, а зверху на поворотний стіл встановлено чутливий екран, який з'єднаний через перетворювач з комп'ютерною системою, для перевірки адекватності роботи якої використовується сітка, котра забезпечує стабільне розміщення насіння на поворотному столі.

Розроблений під час проведення даних досліджень стенд [10] має підвищену

експлуатаційну надійність і довговічність, максимально можливе відтворення ним сівби відповідно до реальних польових умов, забезпечує зменшення енерговитрат при передачі крутного моменту в кінематичних системах і механізмах приводу робочих органів стенду. Під час розробки стенду поставлена мета була досягнута вирішенням технічних задач, котрі ґрунтуються на тому, що стенд виконано у вигляді просторової, пневматичної вакуумної системи, насінневисівного апарату, живильного ящика, стрічкового пристрою, сошника, регулятора рівномірності висіву залежно від фракції насіння, резервуара для збору висіяного насіння, електромеханічної системи приводу ексгаустера, приводів насінневисівного апарату точного висіву й стрічкового транспортера, пульта керування, систем електроприводу й заземлення, причому, стенд сівалки виконано у вигляді автономної системи, котра містить бункер з вакуумним пневматичним висівним апаратом, знизу якого встановлено положоподібний сошник, а ще нижче лоток з транспортуючою стрічкою, основа якої відображає контрольну умовну осьову лінію рядка і у взаємодії з висівною щільною сошника впливають на процес рівномірності висіву насіння, дають можливість дослідити й оцінити вплив крутизни поперечних схилів, кутової швидкості обертання висівного диска, фракції насіння на якісні показники сівби.

Стенд для дослідження пневматичної сівалки виготовлено у вигляді просторової рами, на котру змонтовано електродвигун приводу вентилятора 1, зверху якого встановлено через клинопасову передачу 2 вентилятор 3 (ексгаустер). Коробка зміни передач 4 забезпечує зміну передатного відношення кінематичної системи приводу висівного диска, що впливає на норму висіву насіння. Вентилятор відцентрового типу 3 створює розрідження, котре через вакуумопровід 5 передається до вакуумної камери висівного апарату, а далі через отвори у диску – до забірної камери з насінням, яке поступає з бункера 6. Знизу бункера 6 встановлено вакуумний пневматичний насінневисівний апарат, до корпусу якого кріпиться основа кулісного механізму 8 регулювання глибини ходу сошника (глибини посіву). Компактність конструкції стенду забезпечена використанням у кінематичній системі приводу конічного редуктора 9, основа якого змонтована в горизонтальній площині просторової рами. У даному стенді колесо прикочувальне 10 використовується для дослідження відхилення зони випадання насіння на стрічку 11 із зростанням крутизни поперечних схилів, яку легко моделювати в лабораторних умовах простими способами. Знизу основної горизонтальної площини просторової рами 12 встановлено електродвигун 13 приводу насінневисівного апарату та стрічки, що моделює дно борозни і приводиться на стенді в дію від проміжного вала через ланцюгову передачу 14.

Для висіву насіння (наприклад, кукурудзи) пневмомеханічний висівний апарат 7 має вертикальний (з горизонтальною віссю обертання) диск з отворами, вакуумну камеру, воружилку, вилку з двома штирями і забірну камеру (на кресленні не показано). Вакуумна камера має підковоподібну форму і розміщена у верхній і нижній частинах висівного апарату. Система створення вакууму, обертання висівного диска, приводу транспортерної стрічки приводяться в дію двома електродвигунами від одного пульта керування. Усі складальні одиниці стенда змонтовано на рамі 12, яка для відображення та моделювання технологічного процесу посіву на схилах монтується на спеціальній підставці (на кресленні не показано), котра регулюється відповідно до ідентифікованих у даних дослідженнях технологічних умов і агротехнічних характеристик за змінних значень крутизни схилів.

Результати експериментальних досліджень показали, що при виконанні технологічного процесу сівби на схилових землях (а згідно агротехнічних вимог з метою зниження ерозійних процесів сівбу необхідно проводити поперек схилу) якісні показники

дещо погіршуються, особливо, коли під час руху агрегату насіннева камера висівного апарату знаходиться зі сторони нижньої частини схилу. Одним із пояснень цього негативного явища може бути те, що система створення вакууму розрахована для умов роботи сівалки на горизонтальних полях, а на схилі землі умови роботи дещо відрізняються в сторону погіршення. Під час роботи сівалки розрідження у вакуумній камері повітря створюються вентилятором, конструкція котрого багато в чому аналогічна конструкції вентилятора 3, встановленого на стенді для дослідження пневматичної сівалки за змінних умов і режимів роботи. Можна вважати, що розрідження у вакуумній камері постійне (якесь значення з діапазону 0,0032 ... 0,0045 МПа) при установлених оптимальних режимах роботи посівного агрегату, а зміна значення вакууму залежить тільки від зміни кількості обертів колінчатого вала двигуна за певну одиницю часу, і при цьому ніяк не враховуються особливості умов роботи сівалки.

Бункер для насіння 6 у верхній частині має кришку. Для зручності завантаження насіння, під час обгрунтування геометричних параметрів конструкції бункера, доцільно, щоб верхня горловина мала розміри дещо збільшенні. Насіння завантажують в бункер 6 завантажувальним шнеком або ручним способом з мішка чи з використанням мірного відра до верхнього рівня. Насіння через нижню горловину бункера 6 надходить у пневмомеханічний висівний апарат 7. При обертанні висівного диска насіння присмокується до його отворів і рухається разом з диском спочатку вгору, а потім у нижню частину, з'єднану з атмосферою, де насіння під дією сили тяжіння  $G = mg$  (тут  $m$  – маса насінини,  $g$  – прискорення вільного падіння,  $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ ) й відцентрової сили  $P_{\text{відц.}} = m\omega^2 r$  (тут  $\omega$  – кутова швидкість обертання висівного диска,  $r$  – радіус, який рівний відстані від осі обертання диска до центра маси насінини у момент відриву її від отвору) відпадає, а далі, через щілину сошника падає на стрічку транспортера, встановленого на двох вальцях, що обертаються – ведучому привідному і веденому натяжному. У насінневій камері у зоні отворів верхньої частини висівного диска встановлено вилку зі штирями, котрі зчісують зайве насіння, у випадку, коли біля отвору присмокталося більше однієї насінини.

Насіння, що висіялося потрапляє у збірний ящик (резервуар для збору висіяного насіння) за допомогою стрічкового транспортера 11, який приводиться в дію електродвигуном 13 через пасову передачу, конічний редуктор 9, ланцюгову систему передачі крутного моменту від редуктора 9 до коробки зміни передач 4, проміжний вал, ланцюгову передачу 14. За різницею між теоретично розрахованою кількістю насінин і фактично висіяною кількістю насінин, що виявлені у збірному ящику можна встановити як впливає крутизна схилу, швидкість обертання диска, фракція насіння, положення вилочки на якісні показники сівби – точність та рівномірність висіву. Для дослідження вищевказаних факторів і режимів роботи на поперечне відхилення насінин від умовної осьової лінії рядка насіння можна покривати спеціальним фарбувальним матеріалом, який залишав би мітки на стрічці транспортера.

Для активної подачі насіння з бункера 6 у зоні звуження ящика біля нижньої горловини встановлено вібратор.

Для безпечної роботи стенда, який живиться від трьохфазної електромережі, передбачено систему заземлення. Загальна маса розробленого стенда для дослідження пневматичної сівалки не перевищує 300 кг.

Дослідження роботи пневматичної сівалки та використання стенда здійснюється наступним чином. Насіння за допомогою відомих способів завантажують у бункер 6. Далі з пульта керування вмикається електрична система приводу всіх систем і механізмів стенда. Насіння із бункера 6, за сприянням вібратора, встановленого в бункері, по вертикальному каналу потрапляє у забірну камеру висівного апарата 7. За допомогою

вентилятора 3 створюється розрідження у вакуумній камері. Одночасно приводиться в рух диск насінневисівного апарату 7. Насіння присмоктується до отворів диска і обертається разом з ним. Зайве насіння зчищається штирями вилки з диска у верхній частині висівного апарату 7 і падає вниз у забірну камеру. Отже, біля кожного отвору диска залишається тільки одна насінина, котра направляється до нижньої порожнини корпусу висівного апарату 7, де вже немає розрідження, а наступає зона атмосферного тиску. Під дією сили тяжіння і, меншою мірою, відцентрової сили насіння відпадає від отворів диска і направляється в порожнину задньої частини полозоподібного сошника, а потім падає на стрічку рухомого транспортера 11, де оцінюється зміщення місця падіння насіння відносно умовної осевої лінії рядка залежно від зміни крутизни ідентифікованого схилу. Із стрічки транспортера 11 насіння падає у спеціальну тару для збору висівного насіння (на кресленні не показано).

До переваг стенда для дослідження пневматичної сівалки відносять те, що колесо прикочувальне 10 і транспортна стрічка 11 служать візирами і дають змогу дослідити відхилення місця випадання насіння відносно умовної осевої лінії рядка за умови імітаційного зростання крутизни схилу, а варіацію рівномірності висіву насіннєвого матеріалу залежно від зміни частоти обертання висівного диска можна визначити за допомогою компактно установленої на стенді коробки зміни передач 4, яка приводиться в дію електродвигуном 13, котрий забезпечує одночасно привід насіннєвого апарату 7 та транспортерної стрічки 11 синхронно з електродвигуном приводу вентилятора 1, що в комплексі забезпечує покращені умови й вагомі та достовірні результати досліджень функціонування систем і робочих органів сівалки за змінних режимів роботи посівного агрегату й агротехнічних характеристик технологічного процесу сівби.

Даний стенд дав можливість провести в лабораторних умовах максимально-можливо наближені до реальних польових умов всебічні дослідження роботи пневматичної сівалки. Застосування цього стенду дозволяє із зменшеними затратами проектувати та конструювати ефективні та конкурентноспроможні посівні машини й агрегати, що підвищує якість сівби на 20...24%.

**Висновки і перспективи.** Із застосуванням, як методологічної основи, вчення академіка П.М. Василенка проведено наукові дослідження стійкості руху посівних машин на схилових землях, визначено енергетичні та якісні показники роботи сівалок, оцінено роль і значення ґрунтів у технологіях сівби біоенергетичних культур, таких як зернові (пшениця, тритикале), цукрові буряки, кукурудза, бобові (соя). Для дослідження в лабораторних умовах якісних показників сівби кукурудзи, функціонування систем, вузлів і механізмів сівалки точного висіву насіння з пневматичним апаратом усмоктувальної дії, розроблено та виготовлено стенд, адаптований як для умов горизонтальної місцевості так і полів зі змінним рельєфом місцевості. Застосування стенду дозволяє із зменшеними затратами проектувати та конструювати ефективні та конкурентноспроможні посівні машини й агрегати, що забезпечує підвищення якості сівби, оптимізацію розмірних, кінематичних, динамічних та експлуатаційних параметрів сівалки.

#### Список використаних джерел

1. Бондар С.М., Пришляк В.М., Шимко Л.С. Управління комплексами машин у технологічних процесах обробітку ґрунту: монографія. Ніжин : ТОВ «Видавництво «Аспект-Поліграф», 2015. 524 с.
2. Василенко П.М., Василенко И.И. Автоматизация процессов сельскохозяйственного производства. Москва : Колос, 1964. 384 с.
3. Василенко П.М., Василенко В.П. Методика построения расчетных моделей функционирования механических систем (машин и машинных агрегатов). Киев : Полиграфкнига,

1980. 135 с.

4. Василенко П.М., Погорелый Л.В. Основы научных исследований. Механизация сельского хозяйства. Киев : Вища школа, 1985. 266 с.

5. Василенко П.М. Теория движения частицы по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин. Київ : УАСХН, 1960. 289 с.

6. Заїка П. М. Теорія сільськогосподарських машин, Том 1, частина 2. Машини для сівби та садіння. Харків : Око, 2002. 452 с.

7. Калетнік Г.М., Пришляк В.М. Біопаливо: ефективність його виробництва та споживання в АПК України : навч. посіб. Київ : Хай-Тек Прес, 2010. 312 с.

8. Булгаков В.М., Калетнік Г.М., Гриник І.В. та ін. Малогабаритні сільськогосподарські машини для роботи на схилах: монографія. Київ : Хай-Тек Прес, 2012. 260 с.

9. Калетнік Г.М., Чаусов М.Г., Бондар М.М., Пришляк В.М. та ін. Машини та обладнання в сільськогосподарській меліорації. Київ : Хай-Тек Прес, 2011. 488 с.

10. Пришляк В.М. Патент 103248, Україна, МПК (2015.01) G01M 7/00 A01C 7/04 (2006.01). Стенд для дослідження пневматичної сівалки / В.М. Пришляк – у 2015 05338; заявл. 02.06.2015; опубл. 10.12.2015, Бюл. № 23. 4 с.

11. Пришляк В.М. Обґрунтування напрямків наукових досліджень підвищення якісних показників сівби біоенергетичних культур на схилових землях малої крутизни. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Механізація та автоматизація виробничих процесів»*. Суми: СНАУ, 2016. Вип. 10/3 (31). С. 148-152.

12. Пришляк Виктор. Проблемы посева биоэнергетических культур на склоновых землях и природоохранная деятельность. *MOTROL: An international journal on operation of farm and agri-food industry machinery*. Lublin–Rzesów: Commission of Motorization and Energetic in Agriculture, 2013. Vol. 15, No 4, 278-285.

13. Гевко Б.М., Лящук О.Л., Павельчук Ю.Ф., Пришляк В.М. та ін. Технологічні основи проектування та виготовлення посівних машин: монографія. Тернопіль : Вид. ТНТУ імені Івана Пулюя, 2014. 238 с.

*Дата надходження статті до редакції : 01.02.2018*

*Рецензування 04.03.2018 Прийняття в друк: 31.05.2018*

**Pryshliak V.M.**

*PhD, Associate Professor*

*Head of the Department of Agricultural Machinery*

*Faculty of Mechanization of Agriculture*

*Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia*

**E-mail:** viktor.prishlyak@i.ua

## **SOIL AND REGIONAL FEATURES OF THE SOWING AND DEVELOPMENT OF THE SEEDER STAND**

### **Abstract**

*Much of the area of agricultural land is located on the slopes of the variable land. The soil fertility on the slopes is variable and, in general, decreases with increasing steepness of the slopes. The soil on the slopes also has variable physic-mechanical characteristics, which, along with sloping slopes and other characteristics, affect the stability of the machines. The teaching of the acad. P.M. Vasilenko as a fundamental methodology gives the possibility to describe in theory the movement of surfaces, taking into account the friction forces of the spatial system in the form of sowing machine, and the movement of particles of the seeds, fertilizers on the working surfaces on the way from the seed box to the bed formed by the coil in the technology of plain fields and sloping agriculture. To study in laboratory conditions the quality of corn (sunflower) sowing on sloping lands, the functioning of systems, units and mechanisms of precision seeding with a pneumatic suction actuator, a stand was developed and made, adapted for both the conditions of horizontal terrain and fields with variable relief.*

**Keywords:** soil, sloping lands, stability of movement, the teaching of the acad. P.M. Vasilenko, designing, pneumatic seed drill, seeds, laboratory conditions

---

**References**

1. Bondar, S.M., Pryshliak, V.M., & Shymko, L.S. (2015). *Upravlinnia kompleksamy mashyn u tekhnolohichnykh protsesakh obrobittu igruntu: monohrafiia*. Nizhyn : TOV «Vydavnytstvo «Aspekt-Polihrاف». [in Ukr.].
2. Vasylenko, P.M., & Vasylenko, Y.Y. (1964). *Avtomatyzatsiia protsessov selskokhoziaistvennoho proyzvodstva*. Moscow : Kolos. [in Russ.]
3. Vasylenko, P.M., & Vasylenko, V.P. (1980). *Metodyka postroyeniya raschetnykh modelei funktsionirovaniya mekhanycheskykh system (mashyn y mashynnykh ahrehatov)*. Kyiv : Polyhrافknyha. [in Russ.].
4. Vasylenko, P.M., & Pohorelyi, L.V. (1985). *Osnovy nauchnykh yssledovanyi. Mekhanyzatsiia selskoho khoziaistva*. Kyiv : Vyshcha shkola. [in Russ.]
5. Vasylenko, P.M. (1960). *Teoriya dvyzheniya chastytsy po sherokhovatym poverkhnostiam selskokhoziaistvennykh mashyn*. Kyiv : UASKhN [in Russ.]
6. Zaika, P. M. (2002). *Teoriia silskohospodarskykh mashyn, Tom 1, chastyna 2. Mashyny dlia sivby ta sadinnia*. Kharkiv : Oko.
7. Kaletnik, H.M., & Pryshliak, V.M. (2010). *Biopalyvo: efektyvnist yoho vyrobnytstva ta spozhyvannia v APK Ukrainy : Handbook*. Kyiv : Khai-Tek Pres. [in Ukr.].
8. Bulhakov, V.M., Kaletnik, H.M., Hrynyk, I.V. et al. (2012). *Malohabarytni silskohospodarski mashyny dlia roboty na skhylakh: monohrafiia*. Kyiv : Khai-Tek Pres. [in Ukr.].
9. Kaletnik, H.M., Chausov, M.H., Bondar, M.M., Pryshliak, V.M. et al. (2011). *Mashyny ta obladnannia v silskohospodarskii melioratsii*. Kyiv : Khai-Tek Pres. [in Ukr.].
10. Pryshliak, V.M. (2015). Patent 103248, Ukraine, MPK (2015.01) G01M 7/00 A01C 7/04 (2006.01). Ctend dlia doslidzhennia pnevmatychnoi sivalky. – u 2015 05338; zaiavl. 02.06.2015; opubl. 10.12.2015, Biul. № 23. [in Ukr.].
11. Pryshliak, V.M. (2016). Obgruntuvannia napriamkiv naukovykh doslidzen pidvyshchennia yakisnykh pokaznykiv sivby bioenerhetychnykh kultur na skhylovykh zemliakh maloi krutyzny. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriia «Mekhanizatsiia ta avtomatyzatsiia vyrobnychykh protsesiv»*, 10/3 (31), 148-152. [in Ukr.].
12. Pryshliak, V. (2013). Problemy poseva byoenerhetycheskykh kultur na sklonovykh zemliakh y pryrodookhrannaia deiatelnost. *MOTROL: An international journal on operation of farm and agri-food industry machinery. Lublin–Rzesów: Commission of Motorization and Energetic in Agriculture*, 15 (4), 278-285. [in Russ.]
13. Hevko B.M., Liashchuk O.L., Pavelchuk Yu.F., Pryshliak V.M. et al. (2014). *Tekhnolohichni osnovy proektuvannia ta vyhotovlennia posivnykh mashyn: monohrafiia*. Ternopil : Vyd. TNTU imeni Ivana Puliuia. [in Ukr.].

Received: February 01, 2018

Revision: March 04, 2018 Accepted: May 31, 2018