

Лебедєв С. А.¹,

Коробко А. І.²

Козлов Ю. Ю.¹

¹ Харківська філія Українського науково-дослідного інституту прогнозування і випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва імені Леоніда Погорілого м. Харків, Україна,

² Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків, Україна

**НОРМАТИВНЕ І МЕТОДИЧНЕ
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН.
СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ**

УДК 621.3.088.3

В статті наведено результати аналізування підходів до оцінювання точності вимірювань при випробуваннях та нормативного і методичного забезпечення методів випробувань сільськогосподарських машин. Проведений аналіз свідчить про те, що розрахунок невизначеності вимірювання при випробуваннях є обов'язковим елементом оцінювання їх точності. На сьогоднішній день виникають деякі труднощі із неспівпадінням вимог методу випробувань і вимог до оцінювання точності вимірювань. Крім цього потребують удосконалення методи випробувань в частині нормативного забезпечення. Результати аналізування дають змогу розробити комплект нормативних документів щодо оцінювання точності вимірювань згідно сучасних вимог. За результатами аналізування нормативного і методичного забезпечення сформульовано задачі, розв'язання яких буде сприяти удосконаленню системи випробувань сільськогосподарських машин і підвищенню їх якості. Проведений аналіз свідчить про необхідність розробки нового підходу до організації проведення випробувань на основі поєднання вимог обов'язкових нормативних документів і вимог замовників в частині їхнього бачення щодо важливості тієї чи іншої характеристики на основі реальних досягнень науково-технічного прогресу.

Ключевые слова: вимірювання, випробування, невизначеність, похибка, метод вимірювання, метод випробування.

Актуальність проблеми. Вимірювання є невід'ємним елементом в переважній більшості областей практичної діяльності людини. При цьому достовірність рішень, прийнятих на основі результатів вимірювань, залежить від точності останніх. Підвищення точності метрологічних робіт в умовах ринкової економіки є не стільки технічним, скільки матеріальним фактором. Крім того, точність вимірювань найчастіше визначає рівень матеріальних витрат у виробничих і невиробничих сферах. Саме тому підвищення точності вимірювань є однією з найважливіших проблем сучасної метрології.

Реформування системи технічного регулювання, перехід від обов'язкової сертифікації до підтвердження відповідності вимогам технічних регламентів висуває нові вимоги перед організаціями, що проводять підтвердження відповідності продукції, в тому числі сільськогосподарських машин. Сама система випробувань потребує переосмислення і удосконалення, а також, відповідно, і розробки нових показників і критеріїв оцінювання якості продукції, розробки нових методів випробувань, у тому числі, їх метрологічного забезпечення.

Крім цього, актуальність цього напрямку розвитку випробувань підтверджується і Тематичним планом науково-випробувальних робіт Українського науково-дослідного інституту прогнозування і випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва імені Леоніда Погорілого (УкрНДІПВТ ім. Л.

Погорілого) «Наукові засади розвитку технічної політики та модернізації агропромислового комплексу України в умовах Євроінтеграції» на 2017-2019 роки, затвердженим Міністерством аграрної політики України.

В статті наведено порівняльний аналіз підходів до оцінювання точності вимірювань при випробуваннях, наведено результати узагальнення сфер акредитації випробувальних лабораторій УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого і його філій за видами випробувань і вимірювань та сформульовано задачі по удосконаленню нормативного і методичного забезпечення випробувань сільськогосподарських машин.

Аналіз останніх публікацій по даній проблемі. Підписання Україною Угоди про асоціацію з Європейським Союзом у 2014 році стало переломним моментом у реформуванні системи технічного регулювання в Україні і переходу на нові форми підтвердження відповідності продукції. Ключовими моментами були відміна обов'язкової сертифікації продукції, прийняття Закону України «Про стандартизацію» [1], Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність» [2] та скасування протягом декількох років міждержавних стандартів розроблених до 1992 року. Суттєвими нововведеннями стали введення нового поняття «вимірювання», яке базується на концепції невизначеності, відмова від поняття «атестація» методик вимірювання і випробувального устаткування, введення обов'язкового калібрування засобів вимірювальної техніки. Крім цього, вкладено нове розуміння в терміни «перевірка» і «калібрування». Детальний аналіз цих нововведень з точки зору нормативних документів і метрологічного забезпечення проведено в [3].

Підвищення достовірності і якості вимірювань стало однією з найважливіших проблем при реформуванні системи технічного регулювання. Один з шляхів вирішення цієї проблеми – удосконалення методів оброблення і оцінювання точності результатів вимірювань. Прийняття Україною міждержавного документа РМГ 43-2001 [4], введення в дію ДСТУ ISO/IEC 17025:2006 [5], а також підписання Угоди про взаємне визнання (MRA) національних еталонів одиниць і протоколів калібрування і вимірювань, що видаються національними метрологічними інститутами, стало початком законодавчому використанню підходу невизначеності (ПН) на території України.

На сьогоднішній день в метрології існують два підходи до оцінювання точності вимірювань: класичний підхід на основі похибки і підхід на основі невизначеності.

В основі класичного підходу лежить поняття істинного значення вимірюваної величини [6]. Підхід на основі невизначеності опирається на результат вимірювання. В цьому сенсі відмінність між похибкою і невизначеністю вимірювань, зводиться до відмінності систем координат, щодо яких розглядають істинне значення вимірюваної величини і результат вимірювання.

Найбільш повним документом в цій сфері на сьогоднішній день є «Керівництво по вираженню невизначеності вимірювань» (GUM) [7]. Створення GUM було продиктовано гострою практичною необхідністю. Одним з приводів його розробки послужило невідповідність метрологічних характеристик однорідних еталонів різних країн при міжнародних звіреннях.

Мета і постановка задач дослідження. Метою статті є аналіз нормативного і методичного забезпечення методів випробувань сільськогосподарських машин і формулювання задач по його удосконаленню.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- зробити порівняльний аналіз підходів до оцінювання точності вимірювань;
- узагальнити сфери акредитації випробувальних лабораторій УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого і його філій за видами випробувань і вимірювань.

– сформулювати задачі по удосконаленню нормативного і методичного забезпечення методів випробувань сільськогосподарських машин.

Порівняння підходів до оцінювання точності вимірювань при випробуваннях. При розгляді похибки вимірювань Δ , систему координат прив'язують до істинного значення вимірюваної величини, спостерігаючи розсіювання результату вимірювань. В цьому випадку вимірювана величина є перемінною і варіація результату вимірювання дорівнює варіації похибки.

Термінологічна основа підходу по невизначеності істотно більш певна і лаконічна. Крім того, класифікація характеристик точності не за характером мінливості (випадкова і систематична), а по способу їх оцінювання (А і В), набагато природніше, оскільки позбавляє від плутанини при оцінюванні випадкової похибки одноразових вимірювань.

Рівняння точності в класичному підході засноване на методі лінеаризації, а в підході за невизначеністю – на законі поширення невизначеності. Обидва рівняння представляють собою перший член в розкладанні в ряд Тейлора модельного рівняння (рівняння вимірювання). Відмінність в рівняннях точності спостерігається під час врахування вищих членів розкладання при істотно нелінійних моделях.

В табл. 1 наведено результати аналізування і порівняння підходів до оцінювання точності [4, 6 – 9].

Узагальнення сфер акредитації випробувальних лабораторій УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого і його філій за видами випробувань і вимірювань. Аналізування сфер акредитації ВЛ УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого і його філій проводилось шляхом вивчення змістовної частини нормативних документів на методи випробувань, що заявлені в сфері акредитації, та розподілу інформації за певними класифікаційними ознаками.

Результати аналізування показують наступне. Загалом ВЛ УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого і його філії проводять вимірювання показників по 233 пунктам нормативних документів. При цьому самих нормативних документів – 97. Розподіл кількості показників, що вимірюються за лабораторіями показано на рис. 1. При проведенні випробувань використовуються міждержавні стандарти, національні, міжнародні (прийняті в якості національних) і галузеві стандарти. Розподіл стандартів показано на рис. 2.

Як видно із рис. 2, більше третини (35 із 97) показників визначаються за методами встановленими в НД розроблених до 1992 р. Це досить значний відсоток, враховуючи ту ситуацію, що майже усі ці НД мають бути скасовані впродовж декількох наступних років, відповідно до Державної політики в галузі технічного регулювання. Така ситуація склалась через те, що ВЛ проводили роботу по підготовці до акредитації у 2009-2014 роках. На той час ще діяв «Перелік продукції, що підлягає обов'язковій сертифікації в Україні».

Таблиця 1

Порівняльний аналіз двох підходів до оцінювання точності

	Класичний підхід	Підхід невизначеності
Постулати	а) існує істинне значення вимірюваної величини u_0 ; б) істинне значення визначити неможливо; в) істинне значення – величина не випадкова	результат вимірювання u – величина не випадкова.

Характеристики точності	якісні	
	точність: істинність (правильність); прецизійність	невизначеність
	кількісні	
	невизначувані	стандартна невизначеність типу А. стандартна невизначеність типу В. сумарна стандартна невизначеність (невизначеність вихідної величини) розширена невизначеність
	похибка $\Delta=y-y_0$; систематична похибка $\Delta=y-y_0$	
	Визначаються	
	випадкова похибка: оцінка стандартного відхилення; довірчі межі; невиключена систематична похибка (НСП): межі НСП; СКВ НСП; сумарна похибка: СКВ сумарної похибки; довірчі межі сумарної похибки	
Рівняння точності	метод лінеаризації	
Підсумовування складових	різними способами для різних видів вимірювань	єдине правило сумування дисперсій і коваріацій
Інтервальна оцінка	в залежності від способу сумування складових	добуток сумарної невизначеності на коефіцієнт охоплення

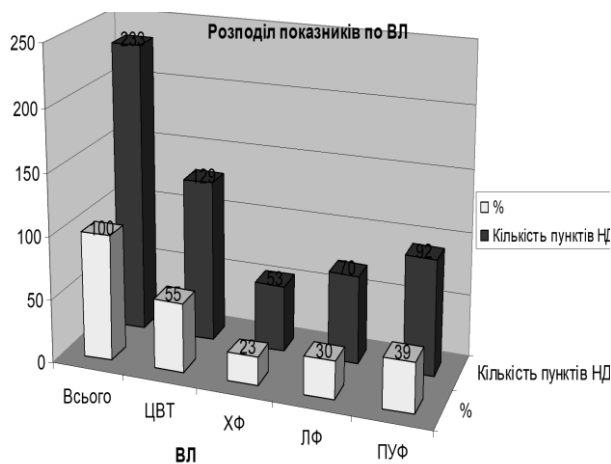


Рис. 1 – Розподіл кількості показників за лабораторіями
 ЦВТ – центр випробувань техніки; ХФ – Харківська філія;
 ЛФ – Львівська філія; ПУФ – Південно-Українська філія

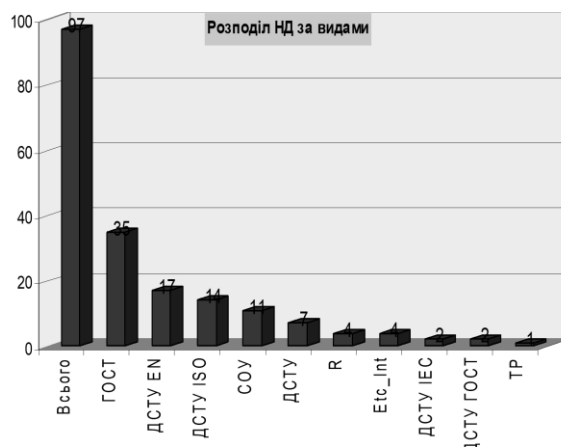


Рис. 2 – Розподіл НД на методи випробувань за видами

Усі методи випробувань якими користуються ВЛ є застандартизованими, валідованими і їхня ефективність підтверджені тривалим часом їх використання. Майже 3/4 показників при випробуваннях вимірюються прямим методом. Тобто не потребують застосування будь-якого обчислення. Це є перевагою методу вимірювання, оскільки забезпечується необхідна похибка результату. Крім цього, усі методи вимірювань, що застосовуються ВЛ передбачають проведення трьох, а в окремих випадках і п'яти спостережень. В зв'язку з цим, самі методи випробувань сприяють обґрунтованому встановленню

усих джерел невизначеності, а сам розрахунок невизначеності таких вимірювань не супроводжується складними математичними операціями.

Суттєвим недоліком методів випробувань, які регламентовані діючими НД є відсутність будь-яких вказівок про невизначеність вимірювання. Це дещо ускладнює саму процедуру оцінювання невизначеності. Відповідно до останніх вимог, Паспорти ВЛ не містять вказівок про те, яка повинна бути похибка у засобу вимірювальної техніки, а указується невизначеність його калібрування. Це, на початковому етапі, може стати перешкодою у виборі засобу вимірювальної техніки. Оскільки незрозуміло, чи відповідає указаний діапазон невизначеності значенню похибки яке наведено у паспорті засобу вимірювальної техніки.

Оцінювання невизначеності вимірювання, що проводиться непрямыми методами, ускладнене через необхідність розрахунку впливу кожної вхідної величини на сумарну невизначеність і пошук ефективного числа степенів свободи [6].

З метою розробки у подальшому комплекту галузевих нормативних документів щодо оцінювання невизначеності вимірювання, було здійснено розподіл показників, вимірювання яких проводиться у ВЛ, за методами вимірювання і видами фізичних величин (рис. 3, рис. 4).

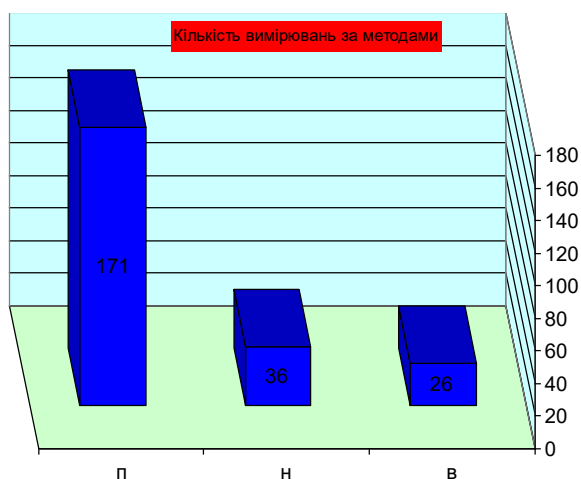


Рис. 3 – Розподіл вимірювань за методами
п – прямі вимірювання; н – непрямі вимірювання;
в – візуальне оцінювання

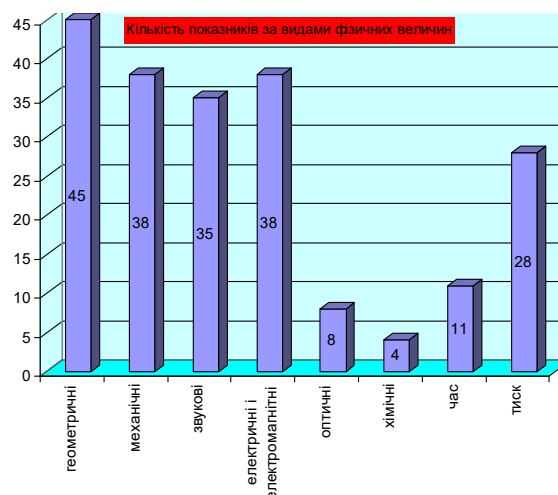


Рис. 4 – Розподіл показників за видами фізичних величин

Формулювання науково-прикладних задач по удосконаленню галузевої системи випробувань. Проведений аналіз свідчить про те, що в нормативних документах на методи випробувань відсутні вказівки щодо правильності і прецизійності вимірювань при випробуваннях. Крім цього, деякі методи уже застарілі і не відповідають сучасному рівню розвитку науки техніки. Виходячи з вищесказаного, пропонується перелік науково-прикладних задач, що будуть сприяти науково-технічному розвитку сфери випробувань:

- обґрунтування нових оціночних показників, встановлення метрологічного допуску на них, встановлення номінально, допустимого і критичного значення кожного показника (встановлення критеріїв оцінки);
- обґрунтування і встановлення (вибір) параметрів точності вимірювання показників, обґрунтування умов дії зовнішнього фактору при випробуваннях, обґрунтування вимог до випробувального устаткування;
- розробка програм і методик випробувань, обґрунтування методики оброблення результату, перевірки адекватності математичних моделей;

- дослідження того, як будуть змінюватись результати випробувань при зміні інтенсивності зовнішніх впливаючих факторів; дослідження можливості розповсюдження результатів випробувань на реальні умови експлуатації;
- дослідження показників правильності і прецизійності методу;
- розробка методології прийняття рішень за результатами випробувань.

Висновки. Проведений аналіз свідчить про те, що розрахунок невизначеності вимірювання є обов'язковим елементом оцінювання їх точності. На сьогоднішній день виникають деякі труднощі із неспівпадінням вимог методу випробувань і вимог до оцінювання точності вимірювань. Розподіл показників, вимірювання яких проводиться у ВЛ, за методами вимірювання і видами фізичних величин дає змогу розробити комплект нормативних документів по оцінюванню невизначеності вимірювання по кожному показнику, враховуючи методи, в яких ці вимірювання здійснюються.

Сформульовано перелік науково-прикладних задач, розв'язання яких буде сприяти науково-технічному розвитку сфери випробувань і переходу на інший, більш якісний рівень надання послуг випробувальною лабораторією.

Література

1. Шишмарев В. Ю. Надежность технических систем [Текст] / В. Ю. Шишмарев. – М.: Академия, 2010. – 304с.
2. Залманзон Л. А. Специализированные аэрогидродинамические системы автоматического управления [Текст] / Л. А. Залманзон. – М.: Наука, 1978. – 464 с.
3. Бородин И. Ф. Основы автоматики и автоматизации производственных процессов [Текст] / И. Ф. Бородин. – М.: Колос, 1977. – 328 с.
4. Денисов А. А. Пневматические и гидравлические устройства автоматики [Текст] / А. А. Денисов, В. С. Нагорный. – М.: Высш. Школа, 1978. – 214с.
5. Очистка сжатого воздуха для пневматических систем приводов станков, прессов, литейных и других машин [Электронный ресурс]. URL: <http://www.zodchii.ws/books/info-181.html>
6. Колбиков Л. О. Струйные мосты для линейных измерений / Л. О. Колбиков // Тракторы и сельскохозяйственные машины. - 1972. - №12. – С. 43-45.
7. Т. Ефремова. Пневмоавтоматика в строю / Т. Ефремова // Работница. – 1984. – №12. – С.5.
8. Ю. Попов. Пневмоника / Ю. Попов, Ю. Пухначев // Наука и Жизнь. – 1965. – №1. – С.10-18.
9. Пневмоника [Электронный ресурс]. URL: http://motoroller.su/akuna.org.ua/2014_pneumonika.htm
10. Струйная техника [Электронный ресурс]. URL: <http://bse.scilib.com/article106904.html>
11. Касимов А.М. Развитие пневматических средств автоматизации [Текст] / Касимов А.М. // Труды конференции «Технические и программные средства систем управления, контроля и измерения». – 2010. – Москва. – С. 640-652.
12. Левин В. И. Профессии сжатого воздуха и вакуума [Текст] / В. И. Левин. – М.: Машиностроение, 1989. – 256 с.
13. Технические средства автоматизации. Ч. 1. Пневматическая ветвь: Учеб. пособие [Текст] / М. М. Мордасов, Д. М. Мордасов, А. В. Трофимов, А. А. Чуриков. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005. – 168 с.
14. Елимелех И. М. Струйная автоматика (пневмоника) [Текст] / И. М. Елимелех, Ю. Г. Сидоркин. – Л.: Лениздат, 1972. – 212с.
15. Залманзон Л. А. Теория аэрогидродинамических систем автоматического управления

[Текст] / Л. А. Залманзон. – М.: Наука, 1977. – 416 с.

16. Коваль В. Я. Исследование процесса выноса семени ячейкой-присоской барабана из семенной камеры высевающего аппарата [Текст] / В. Я. Коваль, А. В. Щеглов // Зб. наук. праць ЛНАУ. Технічні науки. – Луганськ, 2005. – №49(72). – С. 133-138.
17. Щеглов А.В. Перспективная высевающая система. Критерии выбора схемы / А. В. Щеглов // Наук. вісник ЛНАУ. Серія «Технічні науки». – 2010. – № 20. – С. 202-206.
18. Pankov A., Zamota T., Shcheglov A. 2014. The research of application and working process of fluid-jet elements and devices in planting techniques. ТЕКА Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture. Vol.14, № 1, Lublin, 191-199.

Summary

Lebedev S. A., Korobko A. I., Kozlov Yu. Yu. Normative and methodological provision for tests agricultural machines. State and perspective.

The article presents the results of the analysis of approaches to measuring the accuracy of measurements during testing and normative and methodical provision of test methods agricultural machines. The analysis shows that calculating the uncertainty of measurements during testing is an indispensable element for evaluating their accuracy. To date, there are some difficulties with the discrepancy between the requirements of the test method and the requirements for measuring the accuracy of measurements. In addition, verification methods should be improved in terms of regulatory support. The analysis results allow us to develop a set of normative documents for measuring the accuracy of measurements in accordance with modern requirements. The results of the analysis of normative and methodical support formulated the tasks, the solution of which will help improve the system of tests of agricultural machines and improve their quality. The analysis shows the need to develop a new approach to organization of tests based on a combination of requirements of mandatory regulatory documents and requirements of customers in terms of their vision of the importance of certain characteristics on the basis of real achievements of scientific and technological progress.

Keywords: measurement, test, uncertainty, error, measurement method, test method.

References

1. Shishmarev V. Y. Nadezhnost' tekhnicheskikh sistem [Tekst] / V.Y. Shishmarev. — М.: Akademiya, 2010. – 304 s.
2. Zalmanzon L. A. Specializirovannyye aehrogidrodinamicheskie sistemy avtomaticheskogo upravleniya [Tekst] / L. A. Zalmanzon. – М.: Nauka, 1978. – 464 s.
3. Borodin I. F. Osnovy avtomatiki i avtomatizacii proizvodstvennyh pprocessov [Tekst] / I. F. Borodin. - М.: Kolos, 1977. - 328 s.
4. Denisov A. A. Pnevmaticheskie i gidravlicheskie ustrojstva avtomatiki [Tekst] / A. A. Denisov, V. S. Nagornyy. – М.: Vyssh. SHkola, 1978. – 214s.
5. Ochistka szhatogo vozduha dlya pnevmaticheskikh sistem privodov stankov, pressov, litejnyh i drugih mashin [Elektronnyj resurs]. URL: <http://www.zodchii.ws/books/info-181.html>
6. Kolbikov L. O. Strujnye mosty dlya linejnyh izmerenij / L. O. Kolbikov // Traktory i selsko-hozyajstvennyye mashiny. - 1972. - №12. – S. 43-45.
7. T. Efremova. Pnevmoavtomatika v stroyu / T. Efremova // Rabotnica. – 1984. - №12. – S.5.
8. Yu. Popov. Pnevmonika / Yu. Popov, Yu. Puhnachev // Nauka i ZHizn. – 1965. - №1. – S.10-18.
9. Pnevmonika [Elektronnyj resurs]. URL: http://motoroller.su/akuna.org.ua/2014_pneumonika.htm

10. Strujnaya tekhnika [Elektronnyj resurs]. URL: <http://bse.sci-lib.com/article106904.html>
11. Kasimov A.M. Razvitie pnevmaticheskikh sredstv avtomatizacii [Tekst] / Kasimov A.M. // Trudy konferencii «Tekhnicheskie i programmnye sredstva sistem upravleniya, kontrolya i izmereniya». – 2010. – Moskva. – S. 640-652.
12. Levin V. I. Professii szhatogo vozduha i vakuuma [Tekst] / V. I. Levin. – M.: Mashinostroenie, 1989. – 256 s.
13. Tekhnicheskie sredstva avtomatizacii. Ch. 1. Pnevmaticheskaya vetv: Ucheb. posobie [Tekst] / M. M. Mordasov, D. M. Mordasov, A. V. Trofimov, A. A. Churikov. - Tambov: Izd-vo Tamb. gos. tekhn. un-ta, 2005. - 168 s.
14. Elimelekh I. M. Strujnaya avtomatika (pnevmonika) [Tekst] / I. M. Elimelekh, Yu. G. Sidorkin. - L.: Lenizdat, 1972. - 212s.
15. Zalmanzon L. A. Teoriya aehrogidrodinamicheskikh sistem avtomaticheskogo upravleniya [Tekst] / L. A. Zalmanzon. – M.: Nauka, 1977. – 416 s.
16. Koval V. Ya. Issledovanie processa vynosa semeni yachejkoj-prisoskoj barabana iz semennoj kamery vysevayushchego aparata [Tekst] / V. Ya. Koval, A. V. Shcheglov // Zb. nauk. praz LNAU. Tekhnichni nauki. – Lugansk, 2005. - №49(72). - S. 133-138.
17. Shcheglov A.V. Perspektivnaya vysevayushchaya sistema. Kriterii vybora skhemy / A. V. Shcheglov // Nauk. visnik LNAU. Seriya «Tekhnichni nauki». - 2010. - № 20. - S. 202-206.
18. Pankov A., Zamota T., Shcheglov A. 2014. The research of application and working process of fluid-jet elements and devices in planting techniques. TEKA Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture. Vol.14, № 1, Lublin, 191-199.