

УДК 6.31

В.І. Рубльов, проф., д-р техн. наук, В.Д. Войтюк, проф., д-р техн. наук, В.Є. Рубльов, асп.

*Національний університет біоресурсів і природокористування, м. Київ, Україна
E-mail: virken@yandex.ru*

Діагностика як складова оцінки технічного стану машин

Викладено загальні принципи діагностики технічного стану машин, в яких діагностика розглядається як складова оцінки технічного стану машин. Основні положення діагностики наведені з урахуванням загальноприйнятих і стандартизованих понять. Описаний статистичний підхід щодо накопичення результатів спостережень технічного стану органолептичними методами і їх обробки. Сформульована класифікація методів і засобів контролю технічного стану машин, їх випробування, видів діагностування і засобів його виконання. Пропонується використання діагностики для прогнозування технічного стану машин.

діагностика, принципи діагностування, технічний стан машин, оцінка, органолептичні та інструментальні методи, засоби діагностування, прогнозування

В.И. Рублёв, проф., д-р техн. наук, В.Д.Войтюк, проф., д-р техн. наук, В.Е. Рублёв, асп.

Национальный университет биоресурсов и природоиспользования, г. Киев, Украина

Диагностика как составная оценки технического состояния машин

Изложены общие принципы диагностики технического состояния машин, в которых диагностика рассматривается как составная оценки технического состояния машин. Основные положения представлены с учётом общепринятых и стандартизованных понятий. Описан статистический подход по накоплению результатов наблюдений за техническим состоянием машин органолептическими методами и их обработка. Сформулирована классификация методов и средств контроля технического состояния машин, их испытания, видов диагностики и средств их исполнения. Предлагается использование диагностики для прогнозирования технического состояния машин.

диагностика, принципы диагностирования, техническое состояние машин, оценка, органолептические и инструментальные методы, средства диагностирования, прогнозирование

Постановка проблеми. Діагностика розглядається як галузь знань, яка охоплює теорію, методи і засоби визначення технічного стану об'єктів. Діагностування – визначення технічного стану машин і обладнання, яке здійснюють з метою виявлення їх прихованих дефектів і оцінки придатності їх до експлуатації.

Задачі технічного діагностування зводяться до контролю технічного стану об'єктів та пошуку місця і визначення причини їх відмови (несправності).

Аналіз останніх досліджень і публікацій вказує, що більшість робіт, в яких започатковане розв'язання проблеми діагностики, присвячені оцінці технічного стану техніки [1,2]. В них розглядаються номенклатура показників якості техніки і методи їх оцінки. При цьому, експлуатаційні показники, які пов'язані з надійністю техніки [3] вимагають діагностування технічного стану машин і обладнання. Якщо діагностиці присвячено багато публікацій [4–8], то публікацій, в яких освітлюються методи контролю при діагностиці значно менше [9,10]. Однак, треба враховувати, що при діагностиці, відповідно вимог нормативних документів, спочатку проводиться контроль технічного стану машин і установок [11].

Постановка завдання. Відповідно вищевказаному необхідно вирішити наступне:

- обґрунтувати методи контролю технічного стану техніки (машин і установок);
- обґрунтувати методи її діагностування;
- обґрунтувати і здійснити підбір органолептичних методів, інструментальних засобів контролю та діагностування технічного стану.

Методика досліджень. Для вирішення поставлених завдань були використані методи патентно-інформаційного пошуку, фактографічні, експертні методи та в їх складі статистичні методи і метод морфологічного аналізу [12].

Виклад основного матеріалу. Аналіз задач, нормованих стандартом ГОСТ 20911-89 [13] і сформованих виробничою і науково-технічною практикою, дозволив визначити групи задач технічного діагностування, що вказані у таблиці 1. Головна задача і ціль діагностування – визначення ресурсу працездатності машин і установок. Наступна задача – можливість формувати дані, які необхідні для прийняття рішень щодо відновлення ресурсу працездатності техніки, якщо є доцільність, а визначення шляхів для відновлення працездатності – це вже задача ремонту техніки.

Таблиця 1 – Задачі технічного діагностування

Задачі технічного діагностування	Альтернативне представлення задач діагностики (від нижчого до вищого)
Контроль технічного стану	Визначення дефектів і місця їх надходження
Пошук міста і визначення причини відмови	Визначення причин проявлення і розвитку дефектів
Прогнозування технічного стану	Створення моделі процесу розвитку дефектів. Керування розвитком визначених дефектів. Визначення ресурсу працездатності. Визначення складу дефектів, усунення яких необхідно для відновлення потрібного ресурсу працездатності.

На відміну від робіт, в яких розглядалися методи діагностування і контролю технічного стану для окремих машин і вузлів, в даній роботі вони розглядаються для 9 груп машин, зокрема: плугів, культиваторів, сівалок, кормозбиральних машин, зернозбиральних комбайнів, тракторів, автомобілів, причепів, доїльних установок. При цьому була встановлена наступна нормована кількість показників, підлеглих контролю, для кожної групи машин, в саме: плугів – 141; культиваторів – 508; посівних машин – 195; зернозбиральних комбайнів – 313; кормозбиральних і силосозбиральних машин – 531; тракторів – 382, автомобілів – 389; причепів – 117; доїльних установок – 163.

Статистичними методами і методом морфологічного аналізу були встановлені види контролю технічного стану техніки, які наведені у таблиці 2. Найбільш розповсюджені – органолептичні методи контролю, які складають 59–95 % від загальної кількості показників, що підлягають контролю, при цьому вимірвальні методи використовуються для контролю 5–41 % показників від їх загальної кількості. Для загального охоплення контролю такої великої кількості показників з використанням методу аналогій за видами показників, які контролюються та їх параметрів були складені наступні класифікації:

- класифікація показників за видами контролю;
- класифікація показників за видами випробувань;
- класифікація показників альтернативного контролю і діагностики (рис. 1);

- класифікація методів оцінки зовнішніх видових показників, які контролюються за альтернативними ознаками (рис. 2);
- класифікація видів перевірки геометричних показників при альтернативному контролі (рис. 3);
- класифікація засобів вимірювання геометричних показників при альтернативному контролі (рис. 4);
- класифікація видів і методів діагностування функціонально-технологічних показників (рис. 5).

Таблиця 2 – Питомий обсяг видів вхідного контролю сільськогосподарської техніки, %

Види контролю	Вид техніки								
	плуги	культиватори	сівалки	кормозбиральні	зернозбиральні	трактори	автомобілі	Причепи	доїльні установки
1. Органолептичний	70,0	95,0	83,2	85,5	87,0	95,0	93,0	86,3	58,9
2. Вимірювальний за показниками:									
геометричними	20,0	1,5	10,6	8,0	8,2	3,5	3,0	7,4	6
товщиною покриття	1,0	0,75	1,7	0,5	0,6	0,5	0,5	2,1	
твердістю	4,5			0,3	0,3				
зусиллям затягування	1,0	0,5	0,8	2,85	1,2		1,25	4,2	
биттям	1,0	1,0	1,7	0,9	1,2				
монтаж	2,0	0,25			0,3		0,75		29,1
геометричність									4
інші	0,5	1,0	2,0	1,25	1,2	1,0	1,5		2

Примітка. До інших показників вхідного контролю для конкретних машин належать: дисбаланс, тиск у колесах і пневмосистемі, люфт, неспіввісність, маса, стан електроустаткування, шум, швидкість обертання, вміст газів, диму і пилу, робото здатність та температура технологічної рідини

За видами оцінки контроль класифікується з урахуванням його застосування на етапах виробництва, повноти охоплення, об'єктів та номенклатури властивостей, які контролюються, СЖЦ виробів, збереження виробів при контролі, засобів контролю, інструментальної оснащеності, способу вираження результатів, ступеня вірогідності та джерела інформації.

Види випробувань повнокомплектних машин класифікуються з урахуванням організації, місця проведення та технічних засобів. За принципами організації вони поділяються на експлуатаційні та прискорені. Прискорені іспити можуть проводитися в процесі експлуатації, на стенді та полігоні.

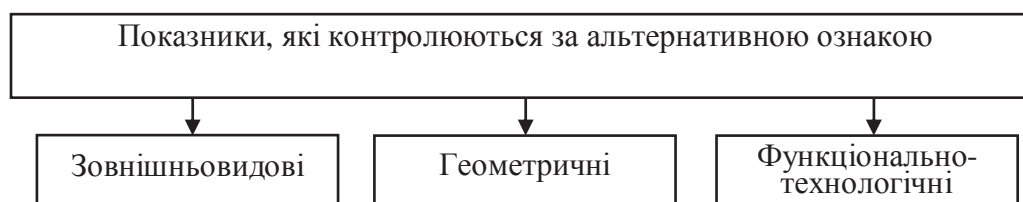


Рисунок 1 – Класифікація показників альтернативного контролю і діагностики

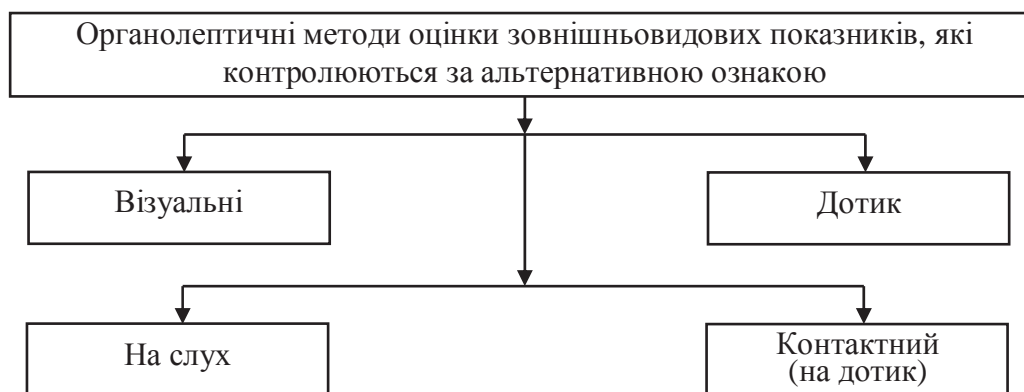


Рисунок 2 – Класифікація методів оцінки зовнішніх видових показників, які контролюються за альтернативними ознаками

Діагностування геометричних показників, які контролюються здійснюється односторонніми та двосторонніми видами перевірки (рис. 3). У обох випадках здійснюється елементна і комплексна перевірка.

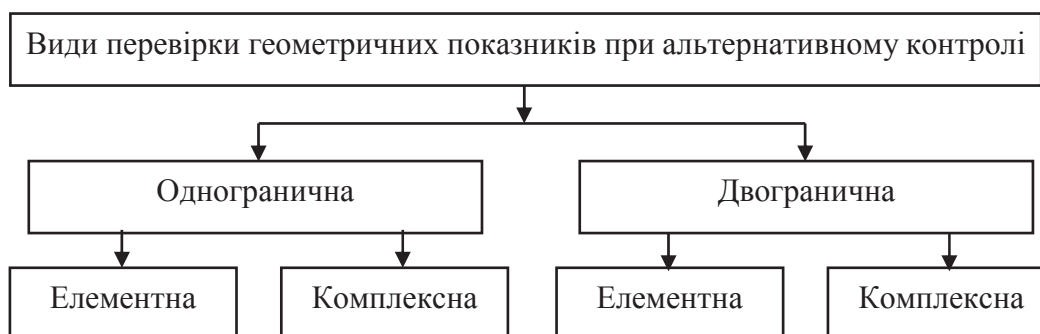


Рисунок 3 – Класифікація видів перевірки геометричних показників при альтернативному контролі

Діагностування здійснюється з використанням технічних засобів. Схема класифікації засобів вимірювань геометричних показників, які контролюються при альтернативному контролі наведена на рис. 4. Засоби вимірювань цих показників, у відповідності із запропонованою класифікацією розподіляються на міри (1) і вимірювальні пристрої (20).

Міри розподіляються на три підгрупи: калібри (1.1), з постійним значенням показника, який контролюється (1.2) та зі змінним значенням показника, який контролюється (1.3). Калібри, відповідно, розподіляються на нормальні (1.1.1), граничні (1.1.2), контрольні (1.1.3), установочні (1.1.4) і спеціальні (1.1.5). Засоби з постійним значенням показника, який контролюється розподіляються на плоскопаралельні кінцеві засоби (1.2.1), кутові засоби (1.2.2) і набори приналежностей (1.2.3). Засоби зі змінним значенням показника, який контролюється розподіляються на штрихові метри ((1.3.1), рулетки (1.3.2), масштабні лінійки (1.3.3) і лімби (1.3.4).

Вимірювальні прилади (2) розподіляються на універсальні (2.1), простіші (2.2) і спеціальні (2.3). Універсальні прилади, відповідно, розподіляються на вимірювальні прилади шкальні (2.1.1), активного контролю (2.1.2), перетворювачі (2.1.3) і датчики (2.1.4).

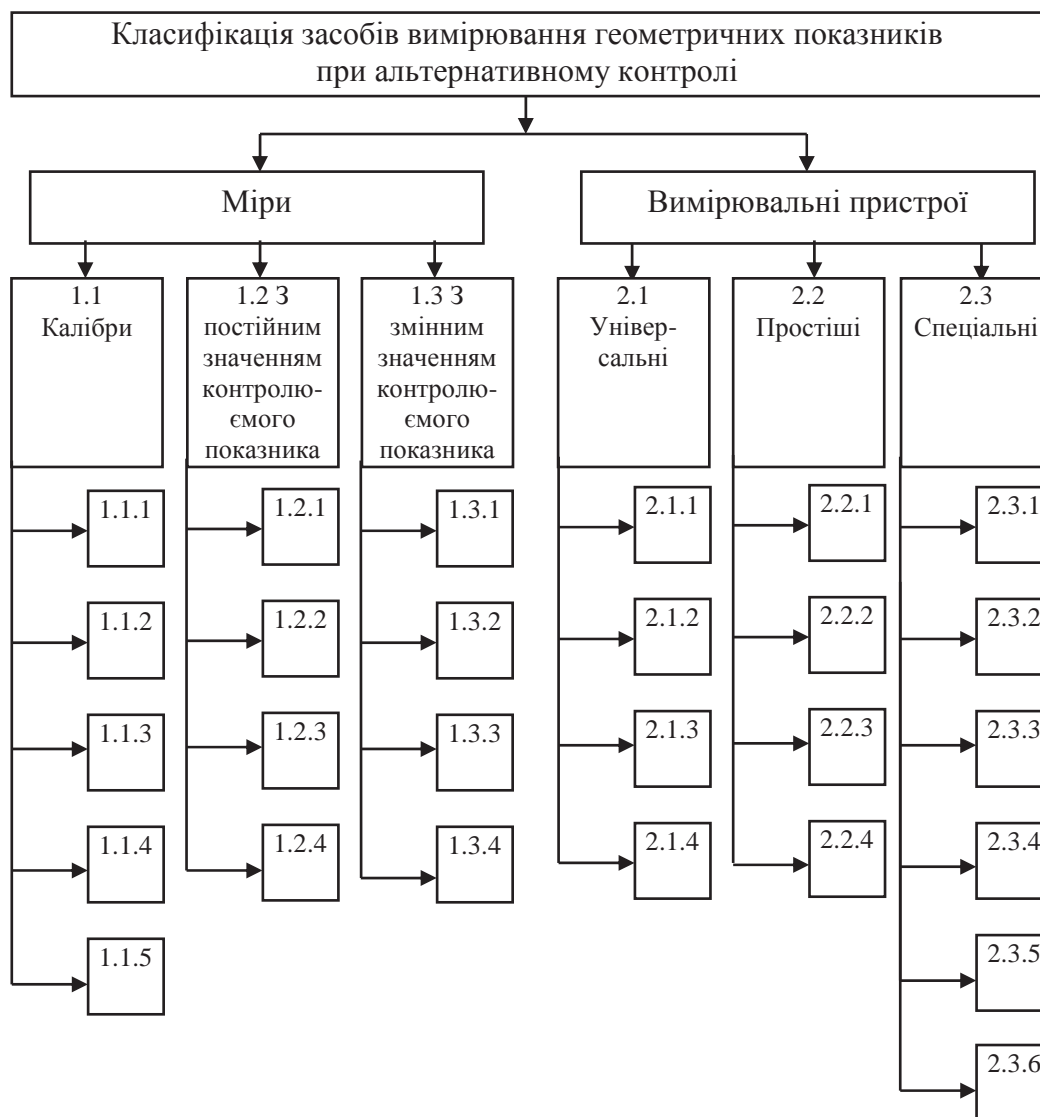


Рисунок 4 – Класифікація засобів вимірювання геометричних показників при альтернативному контролі

Вимірювальні прилади простіші розподіляються на щупи (2.2.1), лінійки лекальні (2.2.2), кутники лекальні (2.2.3) і штангени (2.2.4). Спеціальні вимірювальні прилади представлені вимірювальними приладами (2.3.1), вимірювальними пристосуваннями (2.3.2), вимірювальними установками (2.3.3), вимірювальними системами (2.3.4), напівавтоматами (2.3.5) і автоматами (2.3.6).

При альтернативній перевірці геометричних показників технічного стану техніки найбільш широко використовують калібри. Методи використання вимірювальних засобів для альтернативного контролю незначно відрізняються від методів використання їх при діагностуванні. У даний час набувають поширення універсальні методи діагностики, зокрема: віброакустичний метод, метод визначення зносу деталей двигунів за вмістом в змащувальній оліві різних компонентів (міді, заліза, цинку і ін.), метод визначення ефективних показників роботи двигуна за часом розгону.

До іншого виду діагностики відноситься режим тестової діагностики, який здійснюється подачею тестових дій на непрацюючому двигуні. Розглянуті режими

дозволяють визначити діагностичний параметр за безліччю його випадкових значень з відповідним усереднюванням, що є їх позитивною стороною.

Сучасні вимоги до технічного сервісу роблять неможливим ефективне проведення обслуговування без знання технічного стану об'єктів. З даних позицій діагностичний прилад, який застосовується фахівцями групи діагностики, повинен:

- бути багатофункціональним, портативним, простим у використанні;
- мати спеціалізовані вбудовані програми та програми експертно-інформаційного характеру – вбудовані і зовнішні (комп'ютерні), інформативність індикаторного екрану;
- дозволяти виконувати реєстрацію декількох параметрів та накопичення даних результатів вимірювань,

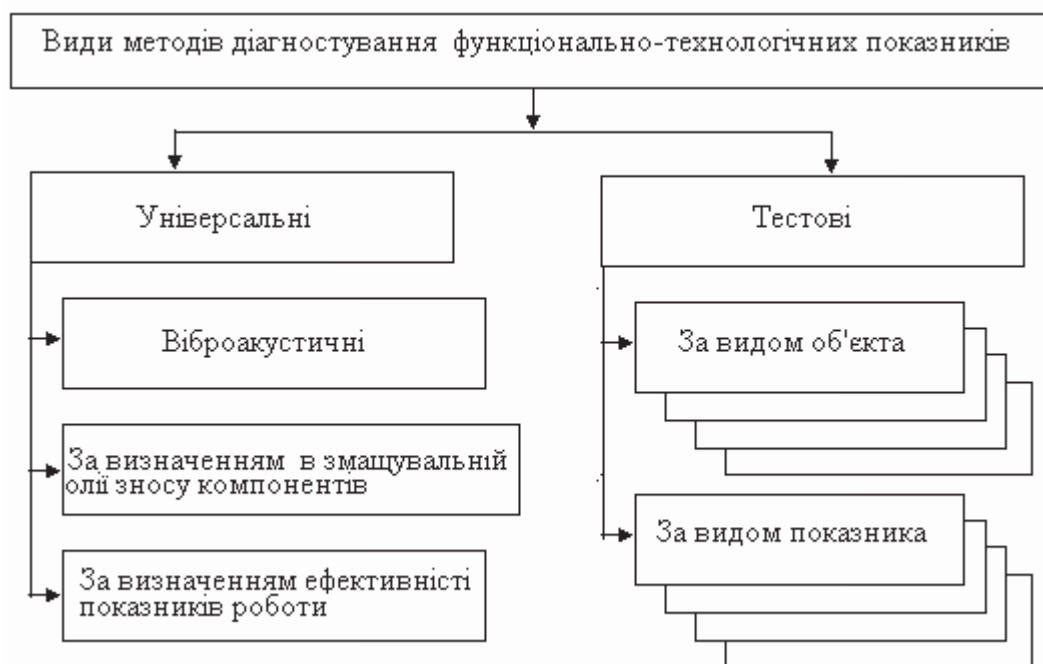


Рисунок 5 – Класифікація видів і методів діагностування функціонально-технологічних показників об'єктів

При виконанні і аналізі діагностування машин використовується наступна документація:

- карта діагностики складових частин машини за ресурсними параметрами;
- накопичувальна карта діагностики.

Карта діагностики складових частин машини за ресурсними параметрами має наступні розділи:

- загальні відомості;
- відомості тракториста-машиніста;
- результати зовнішнього огляду і прослуховування;
- результати діагностики;
- інші несправності;
- висновок про результати діагностики.

Накопичувальна карта діагностики містить інформацію стосовно послідовних діагностичних робіт за весь період експлуатації машини.

Для проведення контролю і діагностики сільськогосподарських машин та їх деталей розроблена і виготовлена на кафедрі технічної експертизи та інженерного менеджменту НУБіП пересувна лабораторія діагностування мобільної сільськогосподарської техніки [14].

Висновки. В статті викладено загальні принципи діагностики технічного стану машин на основі аналізу номенклатури нормованих показників 9 груп сільськогосподарських машин і установок, зокрема: плугів, культиваторів, сівалок, кормозбиральних машин, зернозбиральних комбайнів, тракторів, автомобілів, причепів і доїльних установок та встановлена нормована кількість показників, **підлеглих** контролю, для кожної із цих груп машин.

Статистичними методами і методом морфологічного аналізу були встановлені види методів контролю, з яких найбільш розповсюджені органолептичні методи контролю (59-95 %). Вимірвальні методи використовуються для контролю від 5% до 41 % показників від їх загальної кількості.

Для загального охоплення контролем необхідної кількості показників з використанням метода аналогій за видами показників, які контролюються та їх параметрів були складені класифікації показників за видами контролю і випробувань, показників альтернативного контролю і діагностики, методів оцінки зовнішніх видових показників, контрольованих за альтернативною ознакою, засобів вимірювання геометричних показників при альтернативному контролі, видів і методів діагностування функціонально-технологічних показників.

Для проведення контролю і діагностики сільськогосподарських машин та їх деталей на кафедрі технічної експертизи та інженерного менеджменту НУБіП діє пересувна лабораторія діагностування мобільної сільськогосподарської техніки.

Список літератури

1. Каталог національних та міждержавних стандартів на технічні вимоги та методи випробувань сільськогосподарської техніки і вимоги та методи визначення показників якості ґрунту, кормів та рідких продуктів нафтопереробки. Міністерство аграрної політики України. УкрНДІПВТ ім. Л.Погорілого. Дослідницьке, 2008. – 174 с.
2. Каталог галузевих нормативних документів на технічні вимоги та методи випробувань сільськогосподарської техніки і вимоги та методи визначення показників якості ґрунту, кормів та рідких продуктів нафтопереробки. Міністерство аграрної політики України. УкрНДІПВТ ім. Л.Погорілого. Дослідницьке, 2008.– 50 с.
3. Черновол М. І. Надійність сільськогосподарської техніки : підруч. [Текст] / [Черновол М. І., Черкун В. Ю., Аулін В. В. та ін.]; за заг. ред. М. І. Черновола. – 2-ге вид., перероб. і доповн. – Кіровоград: КОД, 2009. – 320 с.
4. Техническая диагностика транспортных средств [Текст] / [А. И. Коновалов, О. Н. Лукьяненко, В. Д. Войтюк и др.]. – К. –Нежин: Аспект-полиграфия, 2010. – 120 с.
5. Смашнюк О. В. Аналітичні дослідження зміни технічного стану сільськогосподарської техніки для прогнозування її експлуатаційної надійності [Текст] / О. В. Смашнюк // Вісн. ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Х., 2010. – Вип. 100: Проблеми надійності машин та засобів механізації сільськогосподарського виробництва. – С. 174–178.
6. Сенчук М.М. Технічна експлуатація та діагностика енергетичних засобів [Текст] : метод. вказівки / М.М. Сенчук; Білоцерківський аграрний університет. – Сектор оперативної поліграфії РВІКВ БДАУ. Біла Церква. – 2006. – 50 с.
7. Сиромятніков П.С. Діагностування індивідуальної паливної апаратури з електронним керуванням (методичні положення) [Текст] / П.С.Сиромятніков, М.А. Морозов // Вісник ХНТУСГ ім. П.Василенка. – 2015.– Вип. 158. – С. 150-162.
8. Войтюк В. Д. Перспективні напрями розвитку методів і засобів технічної діагностики сільськогосподарських машин [Текст] / В. Д. Войтюк, П. Б. Щербатий // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Х., 2010. – Вип. 93: Механізація сільськогосподарського виробництва, т. 2. – С. 201–208.

9. Якість, стандартизація, метрологія та сертифікація сільськогосподарської техніки [Текст]: навч. посібник / [В.І. Рубльов, В.Д. Войтюк, Я.М. Михайлович та ін.]; за ред. проф. В.І Рубльова. – К. – Полтава: ФОП Крюков Ю.С., 2014.– 288 с.
10. Технічні умови на виготовлення сільськогосподарської техніки (плугів, культиваторів, сівалок, кормозбиральних машин, зернозбиральних комбайнів, тракторів, автомобілів, причепів, доїльних установок).
11. СОУ 74.3 – 037 275: 2005. Техніка сільськогосподарська. Надійність. Технічна експертиза. К.: Мінагрополітики України, 2005.
12. Рублёв В.И. Основы научных исследований в области экономики и управления на транспорте [Текст]: учебное пособие / В.И. Рублёв, Т.В. Судакова, Е.В. Саклакова. – Сев.Кав.ГТУ, Ставрополь, 2003. – 200 с.
13. Техническая диагностика. Термины и определения [Текст]: ГОСТ 20911-89. – М.: Государственный стандарт СССР, 1989. – 10с.
14. Рубльов В. І. Пересувна лабораторія діагностування мобільної сільсько-господарської техніки [Текст] / В. І. Рубльов, В. Д. Войтюк, І. М. Ничай // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2011. – Вип. 166, ч. 1. – С. 261–267.

Vladislav Rublov, Prof., DSc., Valeriy Voytuk, Prof., DSc., Victor Rublov, post-graduate

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kiev, Ukraine

Diagnostic evaluation as part of the technical state of machines

Objective: to justify the methods of condition monitoring machinery and equipment; to justify the methods of diagnosis; to justify and implement selection of organoleptic methods and tools for monitoring and diagnosing their technical condition.

It is described general principles of diagnostics of the technical condition of machines. Diagnosis is considered as integral assessment of the technical condition of machines. Main provisions are presented in view of the generally accepted and standardized concepts. It is described a statistical approach for collection of machines technical state observations and their methods of sensory processing. It is formulated classification methods and tools for monitoring technical condition of machines, their testing, diagnostic species and their execution. It is proposed to use diagnostics to predict technical condition of machines.

Conclusions. Unlike existing works, which dealt with methods for diagnosing and controlling particular machines and units, in this work are shown general principles of diagnosis technical condition of machines by analyzing the range of standardized indicators 9 groups of farm machinery and installations, including plows, cultivators, seeders, forage machines, combine harvesters, tractors, cars, trailers and milking machines.

diagnostics, principles of diagnosing the technical condition of machines, evaluation, sensory and instrumental methods diagnosing tools, forecasting

Одержано 17.11.16