

УДК 005

## КОНЦЕПТУАЛЬНІ ОСНОВИ МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ: ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

*А. І. Коробко*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет,  
вул. Ярослава Мудрого, 25, м. Харків, 61002, Україна  
Харківська філія Українського науково-дослідного інституту прогнозування і  
випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва імені Леоніда  
Погорілого,  
вул. Велика Панасівська, 236, м. Харків, 61139, Україна*

*Реформування системи технічного регулювання, перехід від обов'язкової сертифікації до підтвердження відповідності вимогам технічних регламентів вимагають удосконалення системи випробувань, її диверсифікації. У свою чергу, перехід на новий організаційний рівень випробувань потребує розробки нових показників і критеріїв оцінювання якості продукції, а відповідно, і розробки нових методів випробувань і їх метрологічного забезпечення.*

*Існуюча система організації і проведення випробувань і їх метрологічного забезпечення вимагає проведення ретельного аналізу і розробки нового підходу. Метою статті є формування концепції розробки нових методів випробувань і їх метрологічного забезпечення відповідно до вимог суспільства.*

*Проведений аналіз існуючої системи випробувань і її нормативного і метрологічного забезпечення свідчить про необхідність розробки нового підходу до організації проведення випробувань на основі поєднання вимог обов'язкових нормативних документів і вимог замовників в частині їх бачення щодо важливості тієї або іншої характеристики на основі реальних досягнень науково-технічного прогресу. На основі проведеного аналізу сформульовано, в загальному вигляді, основні науково-прикладні задачі, розв'язання яких необхідне при розробці нових високотехнологічних і інформативних методів випробувань.*

*Запропонована концепція розробки методів випробувань, яка передбачає поєднання вимог обов'язкових нормативних документів і вимог споживача в частині їх бачення щодо важливості тієї або іншої характеристики на основі досягнень науково-технічного прогресу і реальних умов експлуатації продукції, що випробовується, і з використанням адаптивної інформаційно-логістичної системи метрологічного забезпечення.*

*Ключові слова: технічне регулювання, концепція, погоджений показник, калібрування, метод випробувань, впливаючий фактор.*

*Реформирование системы технического регулирования, переход от обязательной сертификации к подтверждению соответствия требованиям технических регламентов требуют усовершенствования системы испытаний, ее диверсификации. В свою очередь, переход на новый организационный уровень испытаний нуждается в разработке новых показателей и критериев оценивания качества продукции, а соответственно, и разработки новых методов испытаний и их метрологического обеспечения.*

*Существующая система организации и проведения испытаний и их метрологического обеспечения требует проведения тщательного анализа и разработки нового подхода. Целью статьи является формирование концепции разработки новых методов испытаний и их метрологического обеспечения в соответствии с требованиями общества.*

*Проведенный анализ существующей системы испытаний и ее нормативного и метрологического обеспечения свидетельствуют о необходимости разработки нового подхода к организации проведения испытаний на основе сочетания требований обязательных нормативных документов и требований заказчиков в части их виденья относительно важности той или другой характеристики на основе реальных достижений научно-технического прогресса. На основе проведенного анализа сформулировано, в общем виде, основные научно-прикладные задачи, решение которых необходимо при разработке новых высокотехнологических и информативных методов испытаний.*

*Предложена концепция разработки методов испытаний, которая предусматривает сочетание требований обязательных нормативных документов и требований потребителя в части их видения относительно важности той или иной характеристики на основе достигнутых научно-технического прогресса и реальных условий эксплуатации продукции, которая испытывается, и с использованием адаптивной информационно-логистической системы метрологического обеспечения.*

*Ключевые слова: техническое регулирование, концепция, согласованный показатель, калибрование, метод испытаний, влияющий фактор.*

*Main components are methods and means. Result is experimentally determined quantitative and/or qualitative characteristics (properties) object. Tests are conducted under influence an external influencing factor. Reforming system technical regulation, refusal from mandatory certification, confirmation compliance with requirements technical regulations require improvement test system, its diversification. Transition to a new organizational level testing requires development new indicators and criteria for assessing quality products and, accordingly, development new test methods and their metrological support, in turn.*

*Existing system testing organization and testing and their metrological support requires careful analysis and development a new approach. Purpose article is to formulate concept developing new test methods and their metrological support in accordance with requirements society.*

*Analysis existing test system, its normative and metrological support testifies to need to develop a new approach to organization tests based on a combination requirements mandatory regulatory documents and requirements customers regarding their visibility. Importance a specific characteristic based on real achievements scientific and technological progress. On basis analysis, general scientific and applied problems are formulated, solution which is necessary in development new high-tech and informative test methods.*

*Concept development test methods is proposed, which provides for combination requirements mandatory regulatory documents and requirements customer in terms their visibility importance a particular function based on scientific and technological progress and actual operating conditions tested products and use an adaptive information and logistics metrological support system*

*Key words: technical regulation, concept, agreed indicator, test method, influencing factor, calibration*

**Вступ.** Проведення випробувань – це складний процес, основними складовими якого є методи та засоби, в результаті якого експериментально визначаються кількісні і/або якісні характеристики (властивості) об'єкта як наслідок дії на нього зовнішнього впливаючого фактору. Реформування системи технічного регулювання, перехід від обов'язкової сертифікації до підтвердження відповідності вимогам технічних регламентів вимагають удосконалення системи випробувань, її диверсифікації. Перехід на новий організаційний рівень випробувань потребує розробки нових показників і критеріїв оцінювання якості продукції, а відповідно, і розробки нових методів випробувань, у тому числі, їх метрологічного забезпечення. В профільній випробувальній лабораторії є достатньо інформації про технологічні процеси випробувань, закономірності технічного розвитку продукції, випробування якої вона проводить. Тому вона (лабораторія) може пропонувати кожному замовнику свої підходи до оцінювання якості продукції: які показники необхідно вимірювати, з якою точністю, яка

буде достовірність і адекватність отриманих результатів. Відповідно, лабораторія захищає свої підходи як перед Національним агентством акредитації України, так і перед ринком замовників її послуг. Лише постійне удосконалення методів та засобів випробувань дозволить підвищити адекватність, точність та достовірність вимірювання параметрів та забезпечити якість продукції і, як наслідок, задовольнити вимоги споживачів різного рівня (держава, виробник, користувач, тощо).

В статті сформульовано основні напрямки, методи і форми по досягненню цілей у задоволенні потреб окремих споживачів і суспільства в цілому при проведенні випробувань продукції. На основі проведеного аналізу запропоновано положення концепції метрологічного забезпечення випробувань з використанням системомислительного підходу.

**Аналіз останніх досягнень і публікацій.** Підписання Україною Угоди про асоціацію з Європейським Союзом в 2014 році стало переломним моментом в реформуванні системи технічного регулювання і переходу на нові форми підтвердження відповідності продукції. Ключовими моментами були відміна

обов'язкової сертифікації продукції, прийняття Закону України «Про стандартизацію» [http://zakon2.rada.gov.ua /laws/show/1315-18], Закону України «Про метрологію і метрологічну діяльність» [http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1314-18] і відміну протягом декількох подальших років міждержавних стандартів розроблених до 1992 року. Істотними 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. Окрім цього, вкладено нове розуміння в терміни «перевірка» і «калібрування». Детальний аналіз цих нововведень з погляду нормативних документів і метрологічного забезпечення проведено в [1].

Ретельний аналіз метрологічного і нормативного забезпечення методів випробувань сільськогосподарської техніки показує, що серед нормативних документів (НД) на методи випробувань налічується 36 % міждержавних стандартів ГОСТ розроблених до 1992 р. Це достатньо значний відсоток, враховуючи ту ситуацію, що майже всі ці нормативні документи повинні бути відмінні впродовж декількох подальших років, відповідно до Державної політики в галузі технічного регулювання і перейти в статус довідкових [2].

Всі методи випробувань якими користуються лабораторії, що проводять випробування сільськогосподарської техніки (ВЛ) є стандартизованими, валідованими і їх ефективність підтверджена тривалим часом їх використання. Майже 3/4 показників при випробуваннях вимірюються прямим методом. Тобто не потребують застосування будь-яких розрахунків. Це є перевагою методу вимірювання, оскільки забезпечується необхідна похибка результату. Окрім цього, всі методи вимірювань, які застосовуються у ВЛ передбачають проведення трьох, а в окремих випадках і п'яти спостережень. У зв'язку з цим, самі методи випробувань сприяють обґрунтованому встановленню всіх джерел невизначеності, а сам розрахунок невизначеності таких вимірювань не супроводжується складними математичними операціями.

Проте наріжним каменем стає відмова від поняття «похибка вимірювання» і введення обов'язкового калібрування засобів вимірювальної техніки. Всі методи випробувань, які регламентовані діючими

нормативними документами, дають вказівку щодо похибки з якою повинні вимірюватися ті або інші показники. Інформація про невизначеність вимірювань, її допустимі межі, відсутня. Це ускладнює (робить неможливим) процедуру оцінювання точності вимірювань по показнику невизначеності.

Крім того, окремі методи випробувань потребують застосування складної процедури вимірювань, громіздкого випробувального устаткування, складної процедури реалізації зовнішнього впливаючого фактора. Пряме застосування міжнародних стандартів не завжди є ефективним, оскільки вимагає значних зусиль від вітчизняних випробувальних лабораторій в плані переоснащення матеріально-технічної бази і навчання персоналу. Використовування стандартизованих методів випробувань не сприяє розвитку науково-технічного прогресу. Це пов'язано з тим, що стандарт, як філософська категорія, відображає вимогу суспільства в даний конкретний момент часу.

У той же час, у відомих публікаціях робиться наголос на ту обставину, що при випробуваннях мобільних машин, об'єкт випробувань повинен бути повністю спостережним. Тобто, кожній ступені його свободи повинна відповідати вимірювальна вісь давача [3, 4, 5]. Інакше модель вимірювання буде неповною, а їх результати не будуть адекватно характеризувати стан об'єкту і ступінь довіри до таких результатів буде низькою.

У роботі [6] розглянуті питання досягнення співставності і взаємного визнання результатів випробувань, що забезпечується їх єдністю. Приведено обґрунтування вибору уніфікованих показників точності результатів випробувань і форм їх представлення.

У публікаціях [7, 8] запропонована концепція забезпечення довіри до результатів вимірювань на основі системного підходу. Проте ці публікації є основоположними і, в деякій мірі, ускладнене їх практичне застосування.

**Виділення невирішеної проблеми.** Метрологічне забезпечення випробувань – це встановлення і застосування наукових і організаційних основ, технічних засобів, метрологічних норм і правил, необхідних для отримання достовірної вимірювальної інформації про значення показників якості і безпеки продукції і послуг, а також про значення характеристик режимів функціонування об'єкта і/або впливаючих факторів при випробуваннях [9]. У свою чергу, перехід на новий організаційний рівень

випробувань, що викликаний процесами реформування системи технічного регулювання, потребує розробки нових показників і критеріїв оцінювання якості продукції, а відповідно, і розробки нових методів випробувань. Тобто, удосконалення потребує уся система метрологічного забезпечення випробувань. Узагальнюючи викладений вище матеріал можна зробити висновок про те, що існуюча система організації і проведення випробувань і їх метрологічного забезпечення вимагає проведення ретельного аналізу і розробки нового підходу з врахуванням особливостей теперішнього етапу розвитку економіки країни і суспільства в цілому.

#### Мета і постановка задач дослідження.

Метою статті є формування основних положень концепції розробки нових методів випробувань і їх метрологічного забезпечення відповідно до вимог суспільства.

#### Концепція розробки нових методів випробувань.

Основними складовими метрологічного забезпечення випробувань є метод, заснований на досягненнях науки, організація проведення випробувань, методика і технічні засоби які реалізують метод, підсистема оцінювання точності і достовірності отриманих результатів випробувань, а також зовнішній впливаючий фактор, який є невід'ємною складовою методу випробувань. В

профільній випробувальній лабораторії (ВЛ), яка тривалий час надає свої послуги на ринку, є (має бути) достатньо накопиченої інформації про технологічні процеси випробувань, закономірності технічного розвитку продукції, випробування якої вона проводить. Тому вона (лабораторія) може пропонувати кожному замовнику свої підходи до оцінювання якості продукції: які показники необхідно вимірювати, з якою точністю вони можуть бути виміряні, яка буде достовірність і адекватність одержаних результатів (наскільки результати випробувань розповсюджуватимуться на реальні умови експлуатації продукції). Відповідно до цього, ВЛ на основі свого досвіду і за умови наукового обґрунтування може пропонувати замовнику методи випробувань, що дозволять достовірно оцінити і висвітлити якість продукції. За таких умов ВЛ сама вибирає режими впливаючих факторів та формулює завдання на калібрування своїх засобів вимірювальної техніки. Це забезпечить отримання достовірної інформації про режим функціонування об'єкту випробувань за оптимальних затрат на проведення випробувань.

Необхідність нового підходу до організації розробки, впровадження і використання нових методів випробувань пов'язана з наступними факторами (рис. 1).

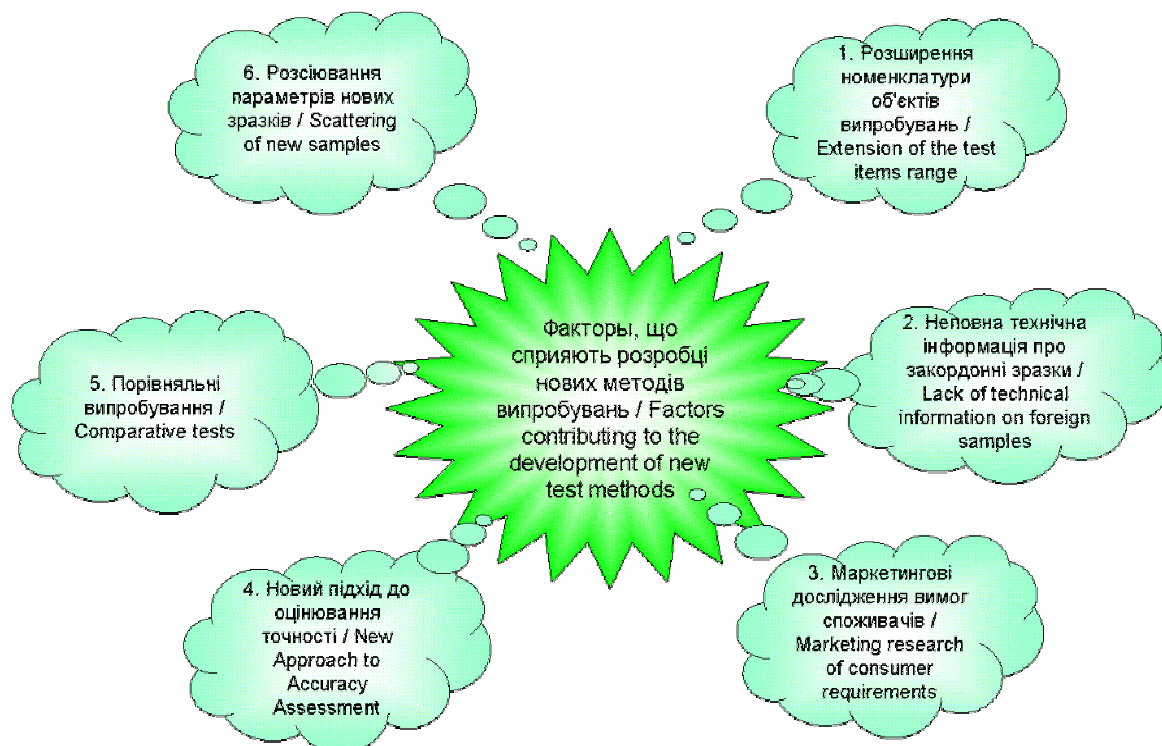


Рисунок 1 – Фактори, що обумовлюють перехід на нову систему організації випробувань

1. Розширення номенклатури об'єктів випробувань. Спостерігається широкий спектр класів, типів і видів машин, які можуть, як істотно відрізнятись в технічному і конструктивному плані, так і мати незначні відмінності. Окрім цього, на ринок України поставляється значна кількість техніки зарубіжного виробництва, в якій широко застосовуються мікропроцесорна техніка і засоби автоматизації. Застосування традиційних вітчизняних методів випробувань може бути ускладнено через відсутність необхідного метрологічного забезпечення (випробувальне устаткування, нормативні документи, кваліфікація випробувачів, тощо).

2. Брак технічної інформації щодо техніки зарубіжного виробництва. Кожна фірма-виробник має свої технології, які захищені патентами. Випробування можуть проводитися в умовах недостатньої інформації про об'єкт. Стандартизовані методи випробувань необхідно, в деякій мірі, адаптувати до нових вимог, з урахуванням особливостей конструкції об'єкту випробувань.

3. Маркетингові дослідження вимог замовника. Реалізація техніки в умовах ринку потребує маркетингових досліджень щодо інтересів споживачів. Це ставить нові задачі по вивченню споживачьких характеристик техніки і способів їх оцінювання. Результатом реалізації цієї дії є гнучке реагування на потреби споживачів, а також сприяння просуванню техніки на ринку. Основні задачі в цій сфері – своєчасне виявлення показників, які представляють інтерес для споживача, розробка методів їх вимірювання і метрологічне забезпечення запропонованих методів.

4. Новий підхід до оцінювання точності. Згідно ДСТУ ISO/IEC 17025:2006 [10] точність вимірювання повинна оцінюватися по показнику – невизначеність. Це вимагає обґрунтування вимог до цього показника, встановлення його допустимих значень. При виконання таких умов результати випробувань будуть достовірними, адекватними і признаватися.

5. Порівняльні випробування. Необхідне виділення в окрему категорію порівняльних випробувань. Згідно вимогам ДСТУ ISO/IEC 17025:2006 [10] ВЛ повинна проводити періодичне оцінювання своїх методів з метою визначення їх придатності. На сьогоднішній день є достатня кількість нормативних документів і публікацій по проведенню

міжлабораторних порівняльних випробувань. Проте ця процедура може бути ускладнена при малих об'ємах вибірки в межах однієї лабораторії, при використуванні нестандартизованих методів [10]. Окрім цього, складно забезпечити ідентичність контрольних зразків транспортних засобів і мобільних машин [11]. Обґрунтування умов і способів проведення порівняльних випробувань по розроблених методах, їх нормативне і метрологічне забезпечення, повинне бути невід'ємним елементом оцінювання методу на придатність.

6. Розсіювання показників нових зразків. Необхідне виділення в окрему категорію випробувань за визначенням розсіювання однотипних показників нової техніки. На основі цієї інформації можна проводити нормування показників, оцінювати стабільність виробництва, прогнозувати розвиток технічного стану об'єкту випробувань.

Останнім часом спостерігається тенденція розвитку експрес-методів випробувань і «fokus-test». Експрес-метод дає можливість з мінімальними витратами часових і матеріальних ресурсів зробити висновок про фактичний стан елементу, конструкції в цілому і дати рекомендації про подальше поглиблене дослідження конкретного вузла або елемента машини [12]. «Fokus-test» – це випробування з метою визначення конкретного показника. Цей показник може бути встановлений замовником (заздалегідь погоджений із замовником) і виражати споживчу властивість продукції. Ця властивість може виражатися в показниках, вимоги до яких встановлені в діючих нормативних документах або показниках, значення яких цікавить замовника. «Fokus-test» проводяться з метою виділення продукту на ринку і, особливо, його інноваційності. Особлива увага надається випробуванням по окремих критеріях, таких як зносостійкість, потужність, якість виконуваних робіт. Яскравим прикладом упровадження «fokus-test» в сфері випробувань машин є випробувальний центр DLG (Німеччина). Експрес-методи і «Fokus-test» це нові нестандартні і оригінальні підходи до способів оцінювання якості продукції.

Процедура розробки нових високотехнологічних і інформативних методів випробувань і їх метрологічного забезпечення потребує проведення окремих наукових досліджень з наступних питань:

– обґрунтування оціночного показника, встановлення «метрологічного допуску» на

нього, встановлення номінального, допустимого і граничного значення (встановлення критеріїв оцінки), обґрунтування і розробка нових моделей і образів їх визначення, які забезпечать повну спостережність за об'єктом випробувань [3, 4];

– обґрунтування і встановлення (вибір) параметрів точності вимірювання показників, обґрунтування вимог до випробувального устаткування, обґрунтування параметрів зовнішнього впливаючого фактора, формування завдання і умов на калібрування засобів вимірювальної техніки;

– розробка програм і методик випробувань, обґрунтування і розробка методики обробки результату, перевірки адекватності математичних моделей на адекватність і достовірність;

– дослідження того, як змінюватимуться результати випробувань при зміні інтенсивності дії зовнішніх впливаючих факторів;

дослідження можливості розповсюдження результатів випробувань на реальні умови експлуатації;

– дослідження показників правильності і прецизійності методу;

– розробка методології прийняття рішень за наслідками випробувань.

Звісно, поставлені питання не є новими, проте методи їх вирішення і самі рішення потребують постійного удосконалення. Рішення вказаних питань вимагає застосування системного підходу на основі сучасних технологій і удосконалення методологічних принципів, які дозволять науково обґрунтувати стратегію диверсифікації випробувань в частині розвитку методів, засобів і метрологічного забезпечення їх проведення.

Узагальнюючи викладений вище матеріал, можна сформулювати основні положення концепції розвитку методів випробувань (рис. 2).

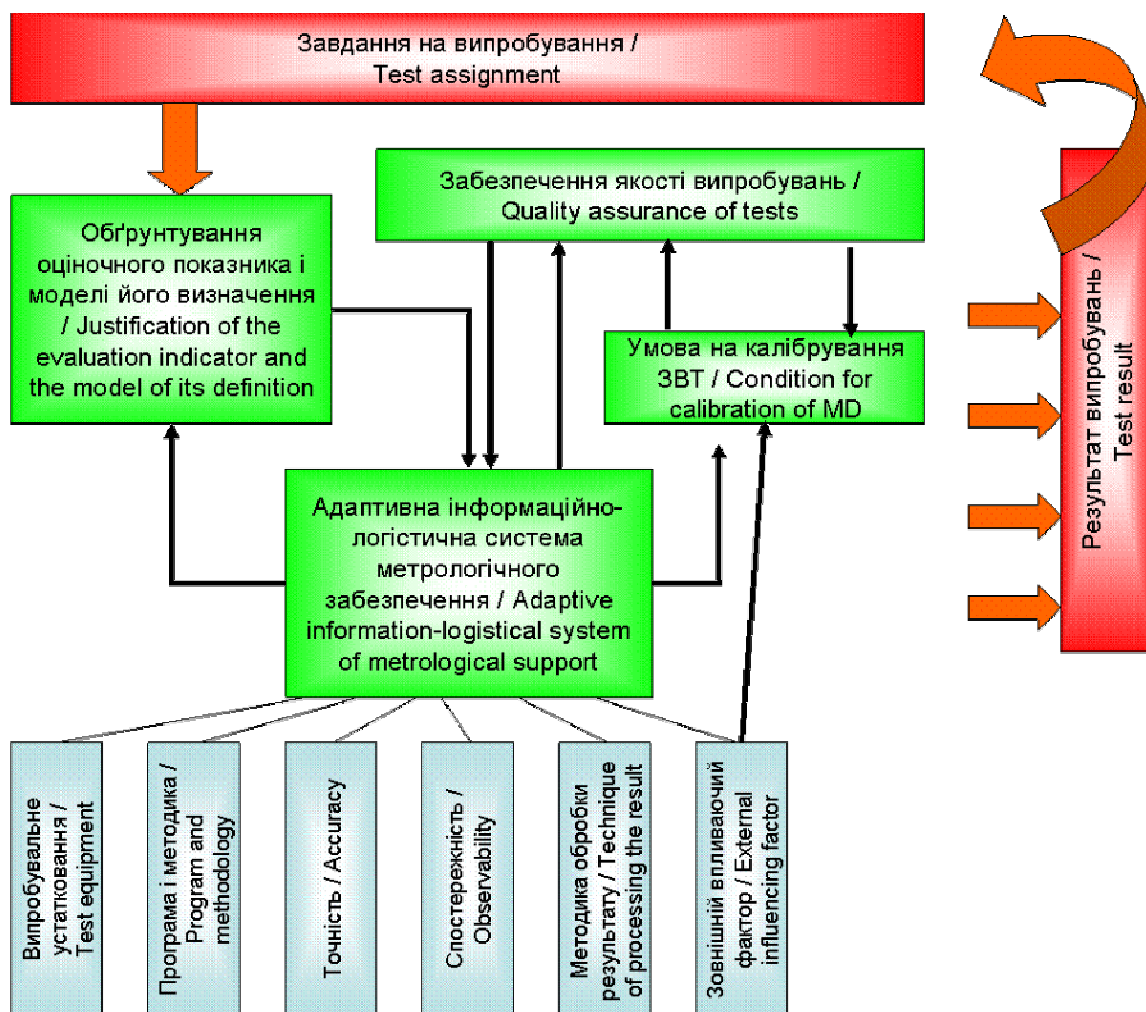


Рисунок 2 – Концепція розробки нових методів випробувань



Головна ідея: визначення характеристик продукції, враховуючи поєднання вимог обов'язкових нормативних документів і вимог споживача в частині їх бачення щодо важливості тієї або іншої характеристики на основі реальних досягнень науково-технічного прогресу.

Основні положення концепції:

– обґрунтування на основі реальних досягнень науково-технічного прогресу нових визначальних показників і розробка моделей і методів випробувань, якими можна визначити ці показники;

– формування нового адаптивного простору метрологічного забезпечення випробувань, здатного реагувати на зміни, що відбуваються на ринку;

– новий рівень взаємостосунків замовників і виконавців випробувань, розробка рекомендацій за результатами випробувань для поліпшення якості продукції;

– обґрунтування підходів до підтвердження і забезпечення якості методів випробувань.

## ВИСНОВКИ

1. Проведений аналіз існуючої системи випробувань і її нормативного і метрологічного забезпечення свідчать про необхідність розробки нового підходу до організації проведення випробувань на основі поєднання вимог обов'язкових НД і вимог замовників в частині їх бачення щодо важливості тієї або іншої характеристики з урахуванням реальних досягнень науково-технічного прогресу.

2. На основі проведеного аналізу сформульовано, в загальному виді, основні науково-прикладні задачі, розв'язання яких необхідне при розробці нових високотехнологічних і інформативних методів випробувань.

3. Запропонована концепція розробки методів випробувань, яка передбачає формування нового адаптивного простору метрологічного забезпечення випробувань, та надає ВЛ право формулювати завдання на калібрування своїх засобів вимірювальної техніки в залежності від режимів зовнішнього впливаючого фактору, що застосовується при випробуваннях.

4. Подальшого дослідження потребують питання синтезу основних атрибутів інформаційно-логістичних систем метрологічного забезпечення випробувань,

обґрунтування доктрини організаційного підходу до проведення випробувань та формулювання задач метрологічного забезпечення випробувань з урахуванням сучасності.

1. Малецька О. Є. Сучасні вимоги стандартизації. Нормативні документи з метрології / О. Є. Малецька, М. В. Москаленко // Стандартизація, сертифікація, якість. Науково-технічний журнал. – 2016. – №2 (99). – С. 63-66. 2. Застосування стандартів, у тому числі в зв'язку зі скасуванням у 2015 році міждержавних стандартів (ГОСТ) / Департамент Технічного регулювання Мінекономрозвитку і торгівлі України // Стандартизація, сертифікація, якість. Науково-технічний журнал. – 2016. – №2 (99). – С. 3-6. 3. А. с. 53865. Твір науково-практичного характеру «Оцінювання придатності методів випробувань з використанням показників спостережності» / Подригало М. А., Коробко А. І., Радченко Ю. А.; дата реєстрації 27.02.2014. 4. Артьомов М. П. Забезпечення спостережності параметрів руху мобільних машин при динамічних випробуваннях / Артьомов М. П. // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – 2015. – № 159. – С. 181-185. 5. Шейн В. С. Удосконалення методів і засобів сертифікаційних випробувань фрикційних пар гальмівних механізмів автомобілів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук / спец. 05.01.02 «Стандартизація, сертифікація та метрологічне забезпечення» / В. С. Шейн. – Харків, 2017. – 24 с. 6. Кошева Л. О. Обеспечение единства испытаний. Концептуальные основы. Монография / Л. О. Кошева. – К. : Вид-во Нац. авиац. ун-ту «НАУ-друк», 2009. – 176 с. ISBN 978-966-598-596-9. 7. Серенков П. С. Концепция развития доказательной базы современной метрологии. Техническая составляющая процесса измерения / Серенков П. С., Савкова Е. Н., Павлов К. А. // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2014. – № 2. – Т. 10. – С. 86-91. 8. Серенков П. С. Концепция развития доказательной базы современной метрологии. Организационная составляющая процесса измерения / Серенков П. С., Савкова Е. Н., Павлов К. А. // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2014. – № 1. – Т. 10. – С. 97-105. 9. Метрологическое обеспечение испытаний продукции для целей

подтверждения соответствия : ГОСТ Р 51672:2000. — [Введ. с 01.07.2001]. — М. : ИПК Изд-во стандартов, — 2001. 10. Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій (ISO/IEC 17025:2005, IDT) : ДСТУ ISO/IEC 17025:2006. — [Чинний від 2007-07-01]. — К. : Держспоживстандарт України, — (Національний стандарт України), 2007. — VI, 26 с. 11. Коробко А. Система управління лабораторії з випробувань дорожніх транспортних засобів /

Коробко А., Радченко Ю. // Стандартизація, сертифікація, якість. Науково-технічний журнал. — 2014. — № 2. — С. 39-43. 12. Техническая диагностика тракторов и зерноуборочных комбайнов / Под общ. ред. В. М. Михлина. — М. : Колос, 1978. — 287 с.

**Поступила в редакцію 25.09.2017 р.**

**Рекомендували до друку: докт.техн.наук, проф. Середюк О. Є., докт. техн. наук, проф. Костишин В. С.**