

ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ  
«ХАРКІВСЬКИЙ КОМП'ЮТЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ  
НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

## ДОСЛІДНА РОБОТА

за професійно-практичним напрямком:

на тему:

**Порівняльний аналіз програмного забезпечення  
інформаційно-вимірювальних систем розпізнавання  
образів**



*Виконав здобувач  
освіти  
групи МІТ-311  
Сіверчук Богдан  
Андрійович  
Керівник  
Бернадська Т.В.*

Харків 2024

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
Програмне забезпечення для KBM, 3D-сканування і зворотного інжинірингу...	5
Програмне забезпечення «PC-DMIS» .....	5
Програмне забезпечення «QUINDOS» .....	8
Програмне забезпечення «PolyWorks» .....	11
Програмне забезпечення «Artec Studio» .....	14
Програмне забезпечення «Geomagic Design X».....	16
Програмне забезпечення «BendingStudio XT».....	18
Програмне забезпечення «FixtureBuilder».....	21

## ВСТУП

Світ, в якому ми живемо, дедалі більше автоматизується. Цей процес охоплює практично всі сфери людської діяльності, від виробництва до побуту. Серцем будь-якої автоматизованої системи є програмне забезпечення, яке керує роботою пристроїв та обробляє отримані дані. Особливо важливу роль у цьому процесі відіграють сучасні засоби вимірювальної техніки, які стали не просто приладами для отримання числових значень, а інтелектуальними системами, здатними до самонавчання та адаптації.

Якщо раніше вимірювальні прилади були громіздкими аналоговими пристроями, то сьогодні вони перетворилися на компактні та потужні цифрові системи. Сучасні датчики здатні вимірювати різноманітні фізичні величини з високою точністю та швидкістю. Отримані дані можуть зберігатися в пам'яті приладу або передаватися на комп'ютер для подальшого аналізу.

Програмне забезпечення відіграє ключову роль у функціонуванні сучасних систем автоматизації. Воно виконує такі завдання:

- **Збір даних:** Програмне забезпечення зчитує дані з датчиків.
- **Обробка даних:** Дані фільтруються, обчислюються середні значення, виявляються аномалії.
- **Візуалізація даних:** Інформація представляється у зручному для сприйняття вигляді (графіки, діаграми).
- **Управління процесами:** На основі отриманих даних програмне забезпечення приймає рішення і генерує команди для виконавчих механізмів.
- **Комунікація:** Програмне забезпечення забезпечує обмін даними між різними компонентами системи та зовнішніми системами.

Системи автоматизації широко застосовуються в різних галузях:

- **Промисловість:** Автоматизація виробничих процесів дозволяє підвищити продуктивність, знизити витрати і покращити якість продукції.
- **Енергетика:** Системи автоматизації використовуються для управління електростанціями, розподільчими мережами та іншими енергетичними об'єктами.

- **Транспорт:** Автоматичні системи керування транспортом забезпечують безпеку руху і підвищують ефективність транспортних потоків.
- **Медицина:** Медичні прилади та системи автоматизації використовуються для діагностики, лікування та моніторингу стану пацієнтів.

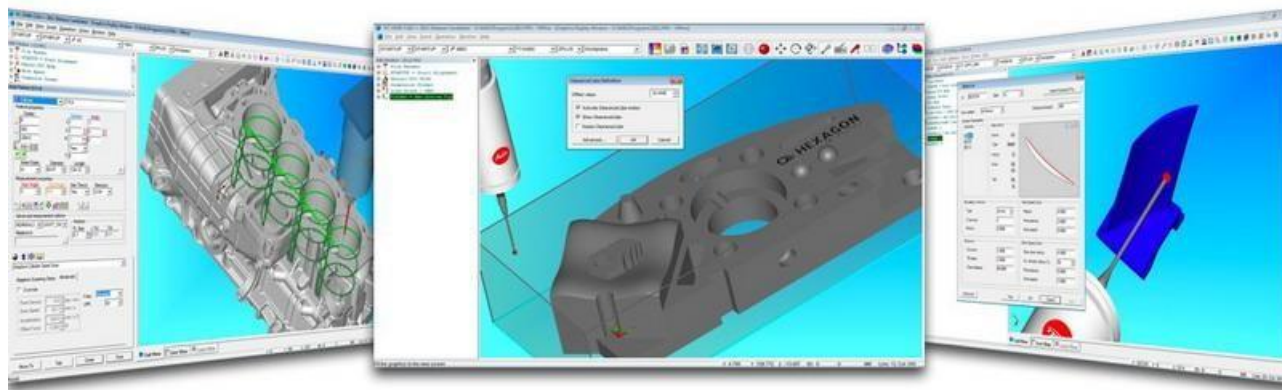
### **Перспективи розвитку**

Майбутнє систем автоматизації пов'язане з розвитком таких технологій:

- **Штучний інтелект:** Застосування штучного інтелекту дозволить створювати більш розумні і адаптивні системи автоматизації.
- **Інтернет речей:** З'єднання великої кількості пристроїв в єдину мережу відкриває нові можливості для автоматизації.
- **Великі дані:** Аналіз великих обсягів даних дозволить виявляти нові закономірності і приймати більш обґрунтовані рішення.

# Програмне забезпечення для КВМ, 3D-сканування і зворотного інжинірингу

## Програмне забезпечення «PC-DMIS»



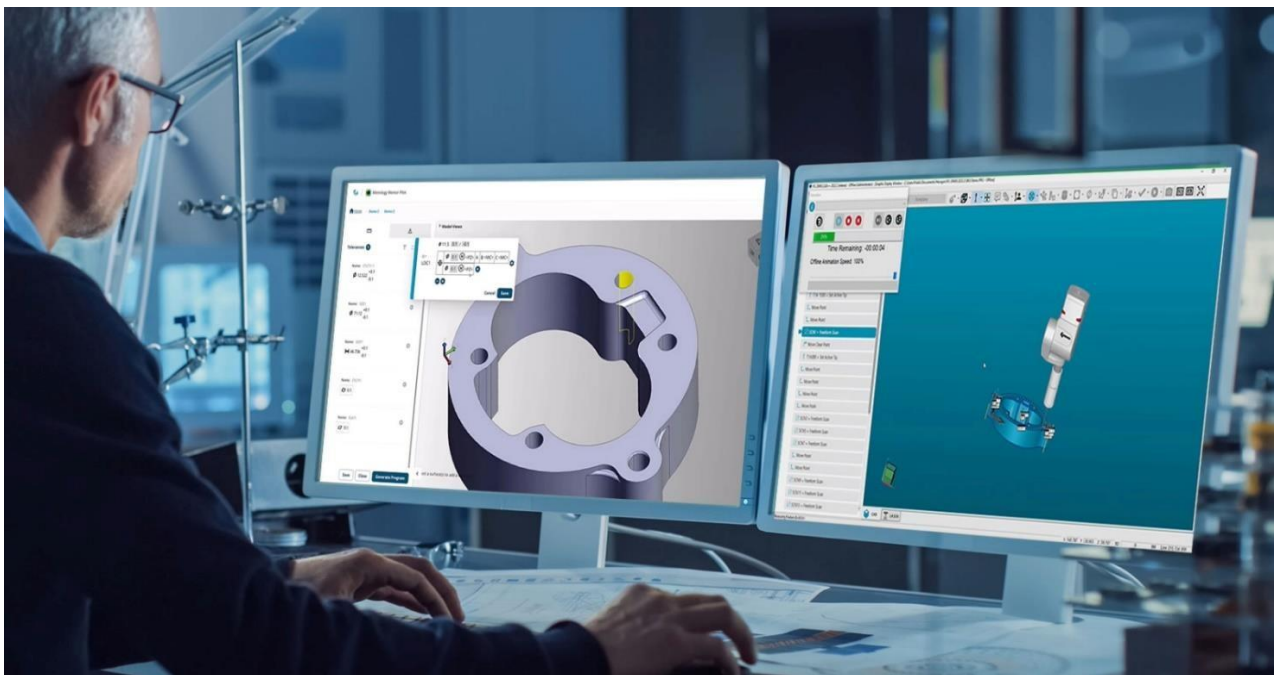
**Промислові метрологічні рішення PC-DMIS для управління і поліпшення технологічних процесів.**

Програмне забезпечення (ПЗ) PC-DMIS розробки компанії Wilcox Associates - це провідне в світі метрологічне програмне забезпечення. Це ПЗ глобально застосовується компаніями для вимірювання параметрів форми, розмірів і допусків деталей будь-якого типорозміру. Застосування ПЗ PC-DMIS спрощує налагодження настановних пристосувань і геометричні перевірки будь-яких деталей - від прямих і корпусних деталей, до контурів і поверхонь деталей найскладнішої форми. При цьому, оскільки ці програми задовольняє вимогам усіх міжнародних стандартів програмного забезпечення для координатно-вимірювальних машин, Ви зможете завжди бути впевнені в коректності отриманих Вами результатів.

**PC-DMIS PRO** задовольняє основні потреби компаній, яким не потрібно інтеграція САПР і не потрібно вимірювання деталей складних геометричних форм. Конфігурація PRO ідеально підходить для початківців користувачів, які не мають досвіду роботи з САПР, для виконання завдань програмування деталей. Є функції, що дозволяють оптимізувати технологічний процес, в тому числі режим

«наближеної оцінки» для автоматичного визначення параметрів, що підлягають вимірюванню, а також процедури Quick Start, що автоматизують безліч основних метрологічних функцій. Вона також пропонує багатий вибір інструментів програмування, аналізу та складання звітів.

**PC-DMIS CAD** ідеально підходить для виробників деталей призматичної форми, які хочуть впровадити САПР в процедури перевірки. Вона розширює можливості версії PRO, даючи клієнтам можливість програмувати і перевіряти деталі, використовуючи моделі САПР, починаючи від простих двовимірних креслень і закінчуючи тривимірними «твердотільними» моделями. Версія CAD дозволяє в повній мірі використовувати всі технології зв'язку PC-DMIS з САПР. Вона має інтуїтивно зрозумілий графічний інтерфейс (GUI), а також включає в себе потужні майстер-програми, які допомагають проектувальникам пройти по всьому процесу програмування. Версія CAD містить бібліотеку кінематичних моделей механізмів, що дозволяє виконувати їх моделювання, а також дає можливість користувачам, в разі необхідності, додавати нові моделі.

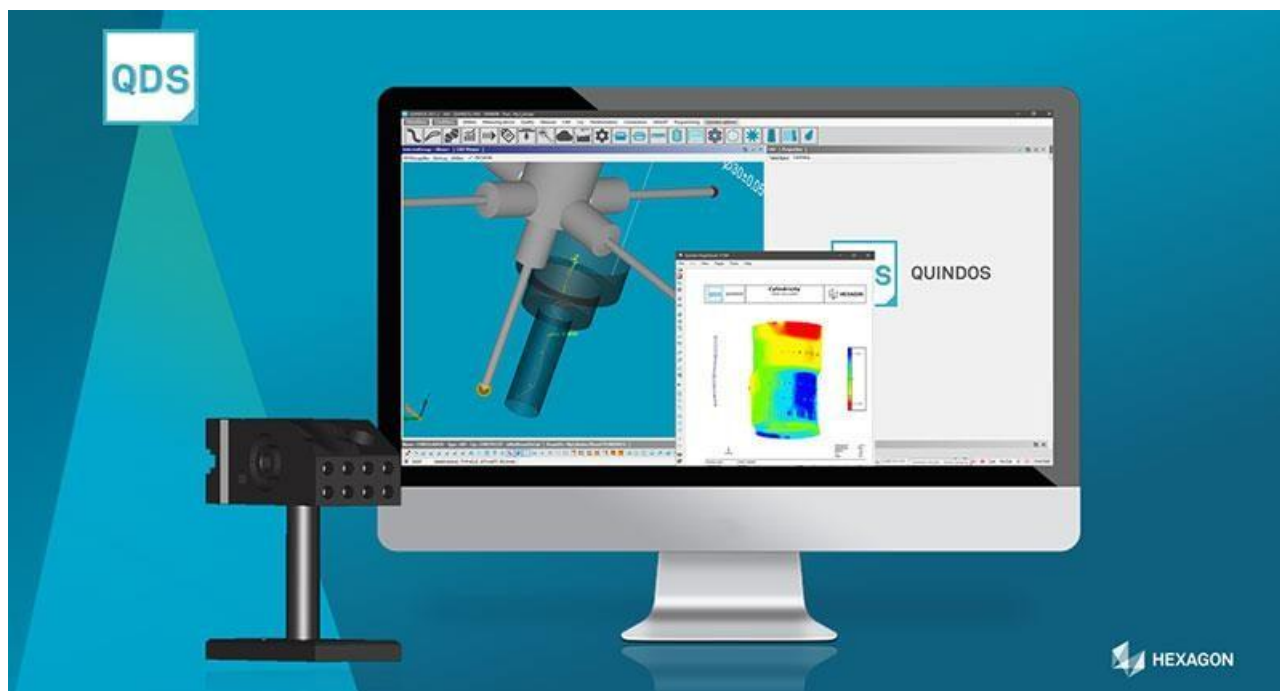


**PC-DMIS CAD ++** дозволяє проводити вимірювання найбільш складних деталей. Вона включає в себе всі можливості САПР, а також дозволяє вимірювати складні поверхні, включаючи тонкостінний листовий метал, пластик, лопасті, штампи і прес-форми. Версія CAD ++ підтримує різноманітні додатки для скануючих пристроїв, а також включає в себе алгоритми обробки великих обсягів даних. Вона забезпечує зв'язок з САПР, що дає можливість порівнювати результати вимірювання безпосередньо з моделями з неперевершеною швидкістю і точністю. Це багатофункціональний, але простий у використанні засіб.

**PC-DMIS TOUCH** поєднує простоту інтерфейсу планшетів, використовуючи при цьому міць платформи Windows 8 Professional. Користуючись інтуїтивно зрозумілим графічним інтерфейсом, користувачі здатні швидко проводити окремі вимірювання, не складаючи при цьому програм для процедур вимірювань. Автоматичні процедури допоможуть користувачеві легко виконувати складні вимірювальні завдання, а просте ТОРКАННЯ збереже план перевірки додаткових деталей. Інтерактивний дисплей параметрів вимірювання допоможе користувачеві вибрати правильні компоненти при створенні наборів розмірних даних або конструкційних параметрів. Інше ТОРКАННЯ, і користувач зможе швидко відновити номінальні дані і значення похибок, після чого, провівши по екрану праворуч, побачити і роздрукувати звіт про перевірку. Кожен звіт про перевірку зберігається окремо для майбутніх переглядів.

## Програмне забезпечення «QUINDOS»

QUINDOS - Спеціалізоване програмне забезпечення для контролю деталей з зубчастим зачепленням.



Пакет програмного забезпечення (ПО) QUINDOS забезпечує засоби для простого і оперативного контролю параметрів зубчастого зачеплення будь-яких типів. З підтримкою опцій з пакета ПЗ QUINDOS експлуатаційні можливості КВМ розширюються до спеціалізованої повноцінної вимірювальної машини для контролю розмірних параметрів зубчастого зачеплення. Користувачеві необхідно ввести тільки деякі характерні параметри для контролю (модуль, тип, напрям тощо). Всі траєкторії при контролі деталі на КВМ, характерні точки контролю та лінії сканування формуються автоматично. Завдяки своїй відкритій архітектурі Quindos може працювати з координатно-вимірювальними машинами виробленими не тільки концерном Hexagon MI, а й іншими світовими виробниками.

Пакет програмного забезпечення QUINDOS налічує понад 50 різноманітних модулів.



**QUINDOS Gear.** Вимірювання розмірних параметрів циліндричних зубчастих коліс (ЗК), прямих або косозубих, внутрішнього і зовнішнього зачеплення на високо прецизійних координатно-вимірювальних машинах. Оцінка параметрів за вимогами стандартів DIN, ISO, JIS, AGMA, ANSI, CNOMO або CAT-стандартів з вимірюванням і без вимірювання ексцентриситету. Модифікації профілю, кроку гвинтової лінії і похибки. Пакет ПЗ QUINDOS Gear містить програмні засоби контролю дрібно модульних ЗК з прямим і евольвентним зубчастим зачепленням відповідно до вимог стандартів DIN 5481 та DIN 5482.

**QUINDOS Unknown Gear.** Вимірювання розмірних параметрів прямозубих і косозубих ЗК з внутрішнім і зовнішнім зачепленням або сегментів ЗК з невідомими параметрами. Виконується оцінка по всіх стандартних параметрах, тобто, модуль, кут зачеплення і кут нахилу гвинтової лінії ЗК, зміщення вихідного контуру зубчастого зачеплення тощо.

**QUINDOS Gear Gauges.** Для калібрування шаблонів евольвент і кроку гвинта із застосуванням ультра прецизійних координатно-вимірювальних машин. Прямозубі і гвинтові ЗК з лівим і правим зубом. FELLOWS - для ЗК з типовою або евольвентною бічною поверхнею зачеплення зуба. (Для цієї опції необхідно застосування особливо прецизійних КВМ)

**QUINDOS Straight Bevel Gear.** Контроль і оцінка гвинтової поверхні, профілю кроку, товщини зубів прямозубих конічних ЗК відповідно до вимог стандарту DIN 3965, частині 1 і 2. При використанні не в інструментальній промисловості можна застосовувати для вимірювань прес-форм і штампів.

**QUINDOS Spiral Bevel Gear.** Вимірювання параметрів спіральнозубих конічних ЗК з евольвентним зачепленням, включаючи вимір коронних ЗК з прямобічним профілем відповідно до вимог стандартів AGMA 390.03a, ред. 1988, ANSI / AGMA 2009 A98 і DIN 3965, частині 1 і 2. Розмірна оцінка геометричної форми, обробленої поверхні кроку і товщини зуба тощо. Із засобами програмного сполучення QUINDOS до GAGE 4 / WIN від Gleason Works, KIMOS від Klingelnberg і DMG.

**QUINDOS CAT Gear.** Вимірювання розмірних параметрів і оцінка циліндричних ЗК відповідно до стандартів 1E0392 і 1E4157 компанії CATERPILLAR. Пакет містить модулі Tip Modification / модифікації профілю головки зуба, Undercut / піднутрення, Root Fillet / Зона підрізання, Harmonic Amplitude H1 / Гармонійний аналіз і компоновка епюр у відповідності зі специфікаціями для CAT - коштів автоматизованого контролю. Необхідно застосування опції QUINDOS Gear - для контролю ЗК. Потрібно атестація методики випробувань в компанії Caterpillar Inc, США.

**QUINDOS Sprocket.** Вимірювання і оцінка параметрів зубів зірочок (ланцюгових коліс) відповідно до вимог стандарту DIN 8196. Варіанти повинні перевірятися компанією MTWZ і можливі додаткові витрати на програмування. Необхідно застосування опції QUINDOS Curves - для аналізу кривих.

QUINDOS і координатно-вимірювальна рука ROMER Absolute Arm Об'єднавши програмне забезпечення QUINDOS і руку ROMER Absolute Arm можна отримати унікальний засіб для контролю великогабаритних ЗК. Всі циліндричні ЗК (внутрішні, зовнішні, прості і черв'ячні передачі) можна швидко виміряти в інтуїтивно зрозумілому середовищі.



## Програмне забезпечення «PolyWorks»



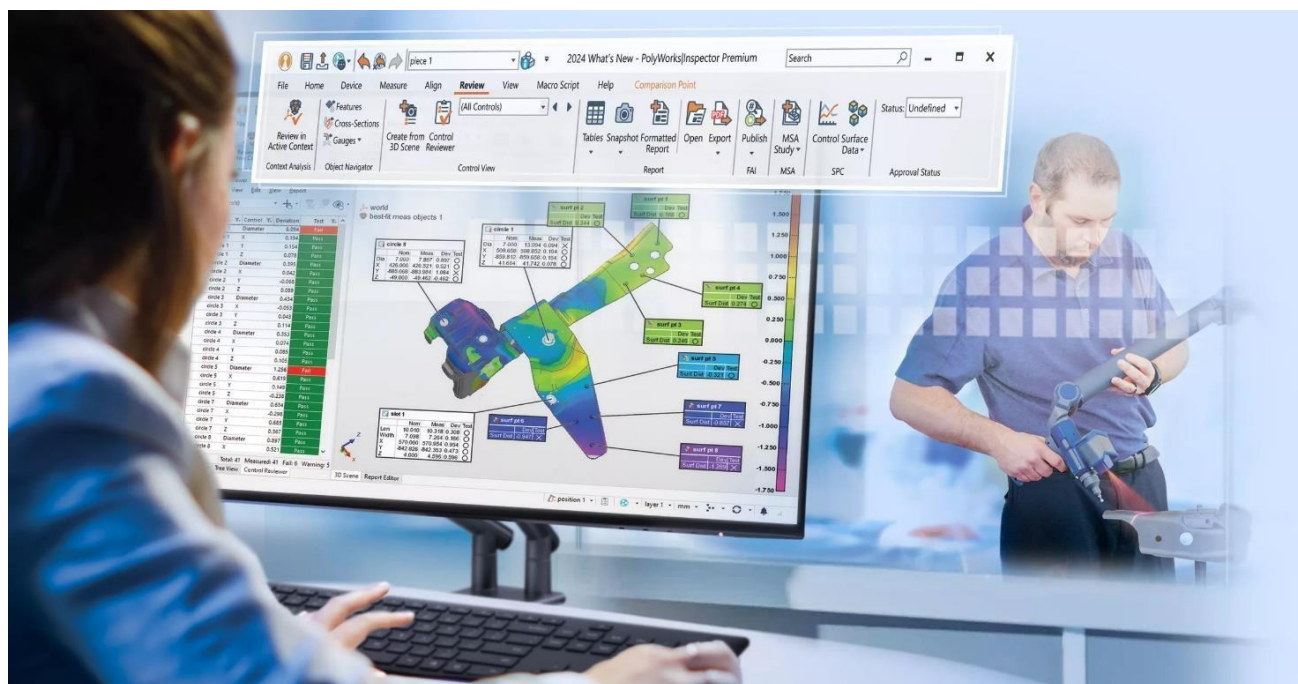
Пакет ПЗ PolyWorks®, розроблений компанією InnovMetric Software Inc, Канада, є основним програмним рішенням для розмірного контролю виробів за хмарою точок і реінжинірингу.

При виконанні лиття, фрезерування, пресування або штампування можна переключитися на застосування пакета PolyWorks для комплексного вирішення будь-яких виробничих завдань. Пакет ПЗ PolyWorks доступний, як повний пакет ПЗ або у вигляді пакета для вирішення двох основних прикладних задач - завдання розмірного контролю за хмарами точок або завдання реінжинірингу.

**PolyWorks Inspector™** - програма (для приймального контролю за хмарами точок) забезпечить Вам наступні можливості:

- використовувати хмари точок високої щільності, отримані в результаті оцифровки деталей і збірних вузлів для оперативної ідентифікації відхилень від норми і врегулювання проблем на їх ранній стадії розвитку в процесі виготовлення деталей;

- перевірити Ваш технологічний процес на основі застосування тотального приймального контролю Вашого першого виробу, що збирається;
- безперервно контролювати виробничий цикл шляхом автоматичного вимірювання ступеня зносу інструментів і оперативного виявлення будь-якого різкого погіршення показників якості продукції, що випускається;
- перевіряти на відповідність вимогам продукції, що остаточно випускається і збирається за допомогою виконання простих приймально-перевірочних операцій з використанням автоматизованих технологій.



**PolyWorks Modeler™** - програма (для реінжинірингу) забезпечить Вам наступні можливості:

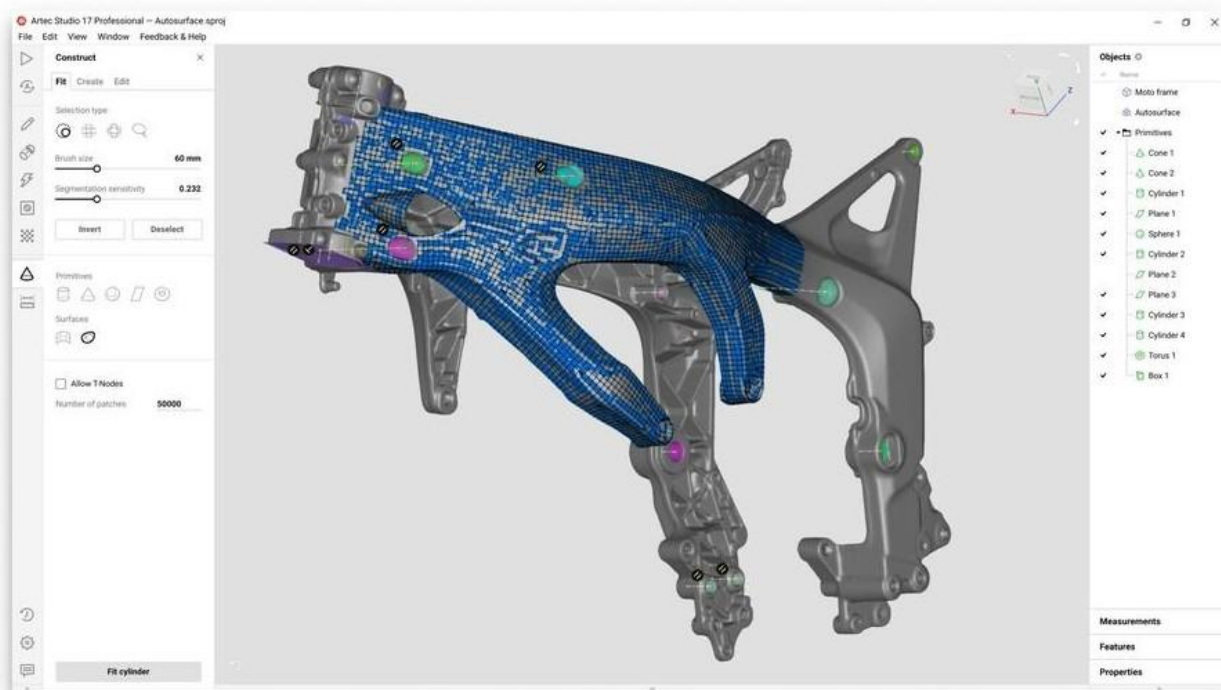
- генерувати технологічні полігональні моделі класу А;
- трансформувати вирівняну хмарну сукупність даних в високоточну полігональну модель з використанням унікальної адаптивної техніки формування пористої топологічної моделі, заснованої на обліку встановлених допусків;

- реконструювати в досконалі полігональні моделі геометричні елементи і недосконало оцифровані дані за такими елементами;
- застосовувати всі типові CAD - операції безпосередньо до полігональних моделей і готувати такі моделі для широкої різноманітності виробничих програм таких, як підгонка по формі, швидке прототипування, реінжиніринг, приймальний контроль, комплексний аналіз ТП - CFD & FEA - аналіз методом кінцевих елементів, аналіз цифрових даних тощо;
- створювати гладкі і логічні поверхні на основі використання NURBS - неоднорідних раціональних B-сплайнів, легко редагованих в програмах САПР / CAD;
- використовувати автоматичні засоби відстеження геометричних елементів для швидкого формування сіток зображень у вигляді сегментів кривих; криві також можуть бути виділені інтерактивно шляхом використання тільки одного клацання кнопки миші;
- обмежувати процес автоматичного формування поверхонь до рівня зумовленої кривої для формування більш логічної мережі моделюючих кривих;
- регулювати жорсткість емпіричних сплайнів NURBS поверхонь, що імітують листові металеві матеріали для досягнення зовсім гладких поверхонь без хвилястості контурів відображення;
- оптимізувати власні послідовні зусилля в наступних CAD - додатках шляхом мінімізації числа точок і контурних ділянок поверхні збільшенням гладкості склеювань і спрощення процесу створення досконалих груп кривих апроксимації геометричних елементів поверхні.

## Програмне забезпечення «Artec Studio»

Artec Studio - потужна програма для 3D-сканування і обробки даних.

3D-сканери Artec працюють з програмою Artec Studio, яка отримала широке визнання серед професійних користувачів. У ній автоматизована велика частина процесів 3D-сканування і обробки даних. За допомогою звукових і візуальних сигналів програма підказує, як найбільш ефективно відсканувати об'єкт. Після закінчення сканування ви можете оптимізувати модель, що вийшла за допомогою поліпшених алгоритмів і функцій. В результаті ви отримуєте ідеальну 3D-копію об'єкта.



**Процес 3D-сканування ніколи не був таким легким. Нові функції Artec Studio:**

- **Потужний алгоритм відстеження текстури і геометрії.** Нові вдосконалені алгоритми Artec Studio забезпечують ефективне відстеження текстури і геометрії, навіть якщо ви зробили різкий поворот, помах або інший рух сканером.

- **Працює на основі штучного інтелекту.**

Легко захоплюйте важкодоступні ділянки, гострі краї та маленькі й тонкі елементи у високій роздільній здатності за допомогою нейронного двигуна на базі ШІ від Artec Studio.

- **Вирівнювання кадрів в реальному часі.**

Нова функція Artec Studio - розпізнавання складних для сканування ділянок і автоматичне перегрупування одержуваних зображень під час сканування. Це істотно скорочує час, необхідний для подальшої обробки 3D-даних.

- **Автоматичне безперервне сканування.**

Буває так, що надто різким рухом ви занадто сильно видаляєте сканер від об'єкта. Продовжити сканування в такому випадку простіше простого завдяки алгоритмам автоматичного безперервного сканування. З ними сканувати набагато простіше і швидше!

- **Представляємо розумний фьюжн.**

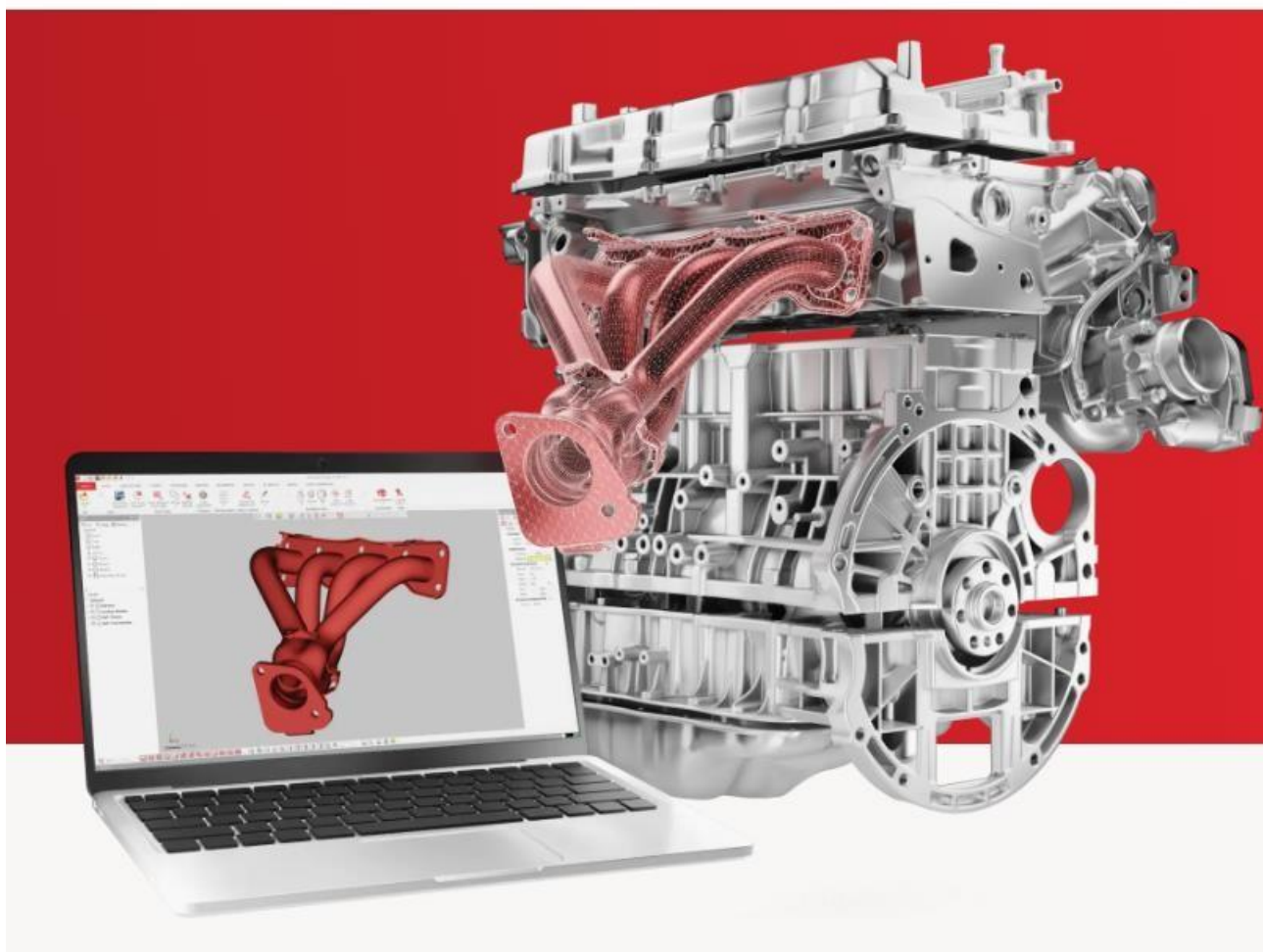
Об'єднуйте скани з різною роздільною здатністю в один крок за допомогою Artec Studio Smart Fusion. Тепер ви можете захопити загальну картину за допомогою далекобійного Ray II, заповнити прогалини за допомогою ручного Leo, а потім створити модель, використовуючи дані з найвищою роздільною здатністю з кожного пристрою.







## Програмне забезпечення «Geomagic Design X»

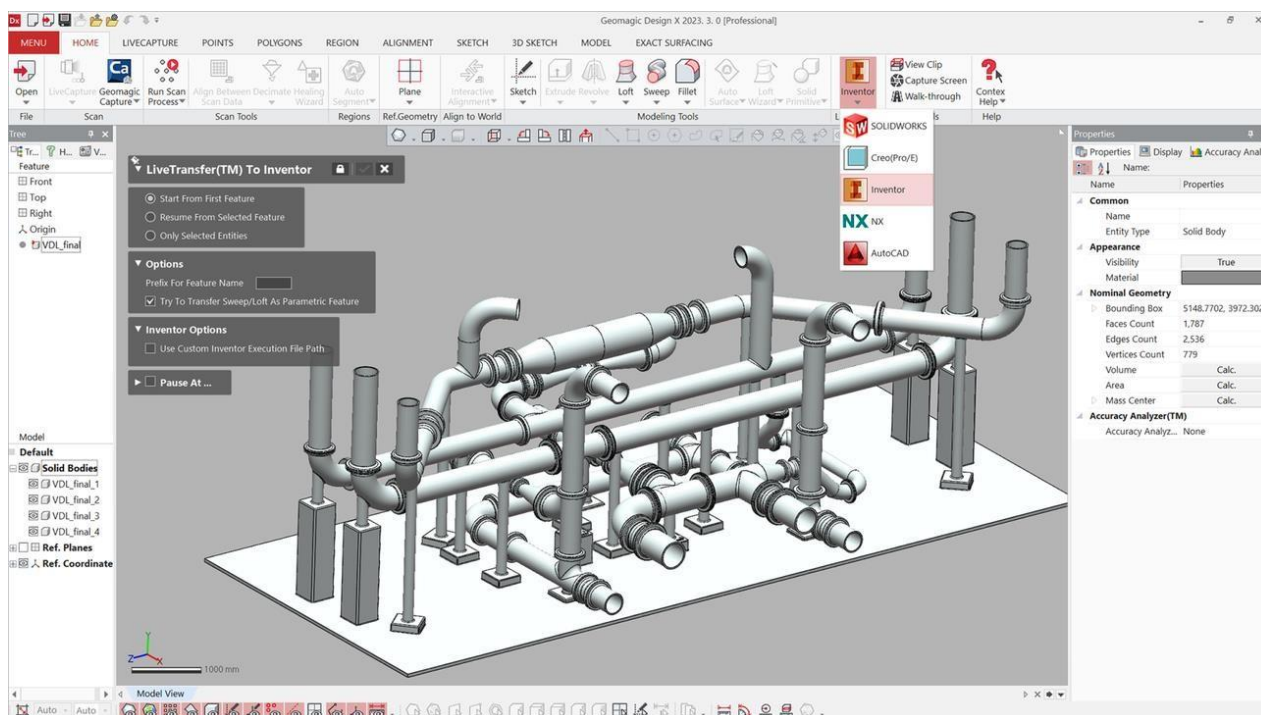


Geomagic® Design X™ - комплексне програмне забезпечення для тривимірного реверсивного проектування, що об'єднує обробку геометрії в CAD з відсканованими масивами даних, і дозволяє з легкістю отримувати якісні твердотільні моделі.

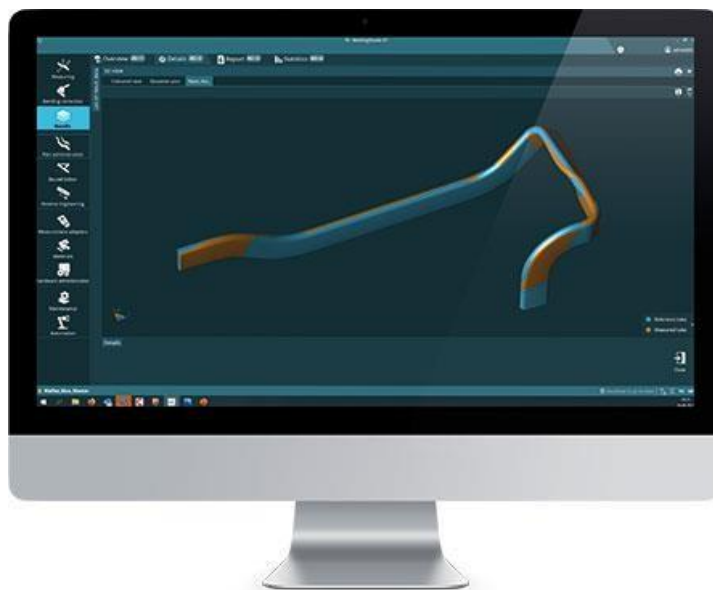
Geomagic Design X розроблений спеціально для конвертування 3D-сканів в високоякісні моделі САПР з геометричною параметризацією. Це єдине в своєму роді ПО з автоматичним або покроковим створенням параметричної моделі, неймовірно точним суміщенням поверхонь 3D-сканів органічних об'єктів, можливістю редагування полігональних сіток і обробки хмари точок.

## Особливості:

- Комплексні, прості у використанні інструменти для оптимізації, ремонту та сегментзації сітки для швидкого заповнення отворів, згладжування та оптимізації вашої сітки.
- Автоматичне вилучення тіл і поверхонь на основі функцій безпосередньо з 3D-сканувань. Майстри моделювання розумно аналізують і витягують інформацію про об'єкти, наприклад профілі об'єктів, осі та шляхи, і автоматично створюють об'єкти з сітки.
- Створіть профіль ескізу на основі поліліній перетину за допомогою функції автоматичного створення ескізу. Він містить надзвичайно складні інструменти для створення кривих і ескізів для автоматичного вилучення профілів ескізів і кривих елементів із сітки для комплексного зворотного моделювання.
- Інструменти Automated Accuracy Analyzer™ для порівняння та перевірки поверхонь, тіл і ескізів із оригінальними даними сканування.
- Підтримує імпорт понад 60 форматів файлів, включаючи багатокутники, хмари точок і CAD.



## Програмне забезпечення «BendingStudio XT»



BendingStudio XT об'єднує всі дані та процеси, що використовуються у виробництві деталей згинанням, від планування виробництва та технологічного процесу до виготовлення та контролю якості.

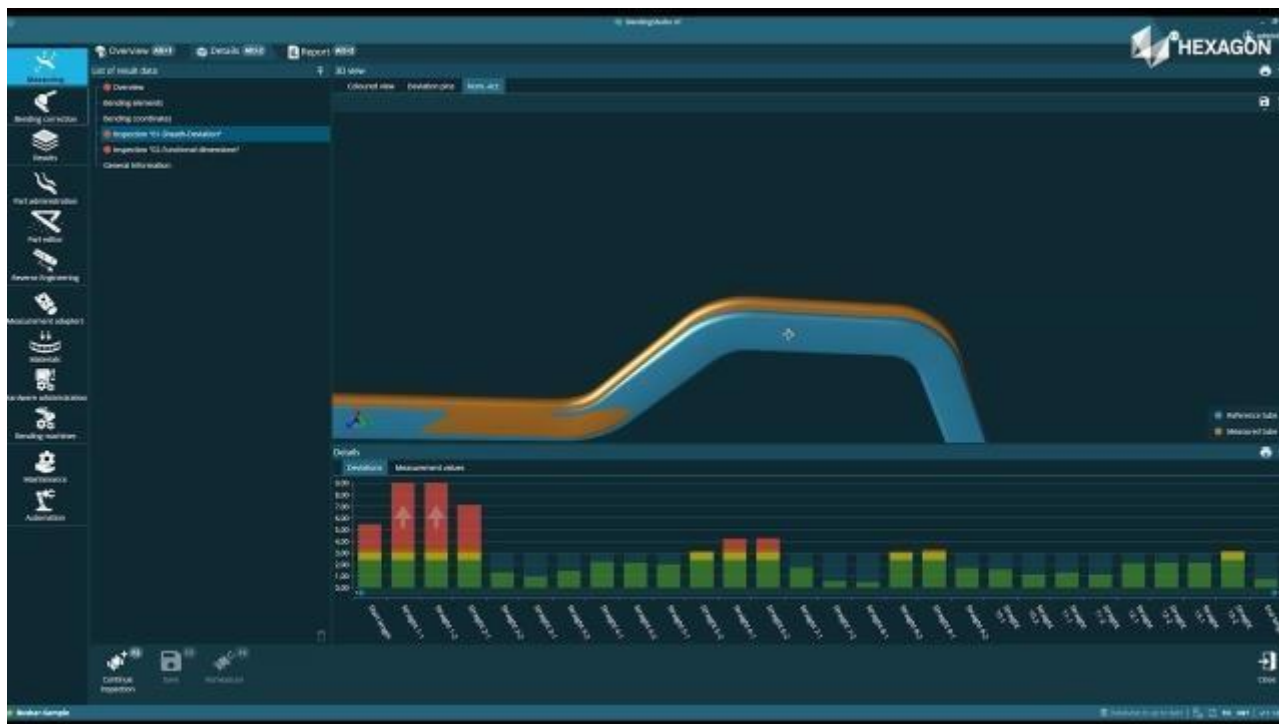
Це єдиний інструмент, який задовольняє ці вимоги та інтегрує їх, роблячи акцент на метрологічних процесах. У поєднанні з системами TubeInspect або Absolute Arm, програмна платформа BendingStudio XT дозволяє створювати ефективні, орієнтовані на користувача рішення з унікальним поєднанням швидкості, точності та гнучкості.

Під час виробництва деталей на різних етапах шляху від креслення до перевіреного виробу часто потрібні різні дані. Сюди входять дані CAD з програм проектування та управління процесом згинання, дані коригування виробничого процесу, а також плани випробувань і перевірок або протоколи вимірювання та аналізу для контролю якості. Проте всі ці дані не завжди є на 100 відсотків сумісними.

Платформа BendingStudio XT дозволяє об'єднати всі паралельні набори даних, що стосуються конкретної деталі, надаючи виробникам можливість

контролювати, кількісно оцінювати, візуалізувати та документувати всі зміни на різних етапах виробничого процесу.

Ця платформа базується на простій, чітко структурованій концепції обробки, яка включає безліч невеликих інструментів, що полегшують виконання робіт на різних етапах виробництва деталей згинанням.



Платформа BendingStudio XT може використовуватися для завдань ручної та автоматизованої інспекції у складі обладнання вимірювальної комірки TubeInspect, а також працювати з лазерними 3D-сканерами, трубними датчиками та контактними вимірювальними щупами у системах з вимірювальним маніпулятором Absolute Arm.

### **Технологія BendXtract**

Основою високої продуктивності процедур перевірки BendingStudio XT є технологія BendXtract — набір алгоритмів, що дозволяє платформі автоматично розраховувати точні геометричні параметри вигинів без використання трудомістких методів точного сканування, перетворюючи ці дані на прості для розуміння звіти.

BendXtract використовує такі алгоритми: Free Scanning, Automatic Extraction і Smart Results.



- **Free Scanning**

Технологія BendXtract дозволяє просто збирати дані — отримання повних даних геометрії труб простим натисканням кнопки, кількома проходами сканування або за допомогою кількох точок вимірювання.

- **Automatic Extraction**

Після отримання зібраних даних вимірювання, BendXtract негайно виконує повний розрахунок геометрії труби та осьових ліній з мінімальним втручанням оператора.

- **Smart Results**

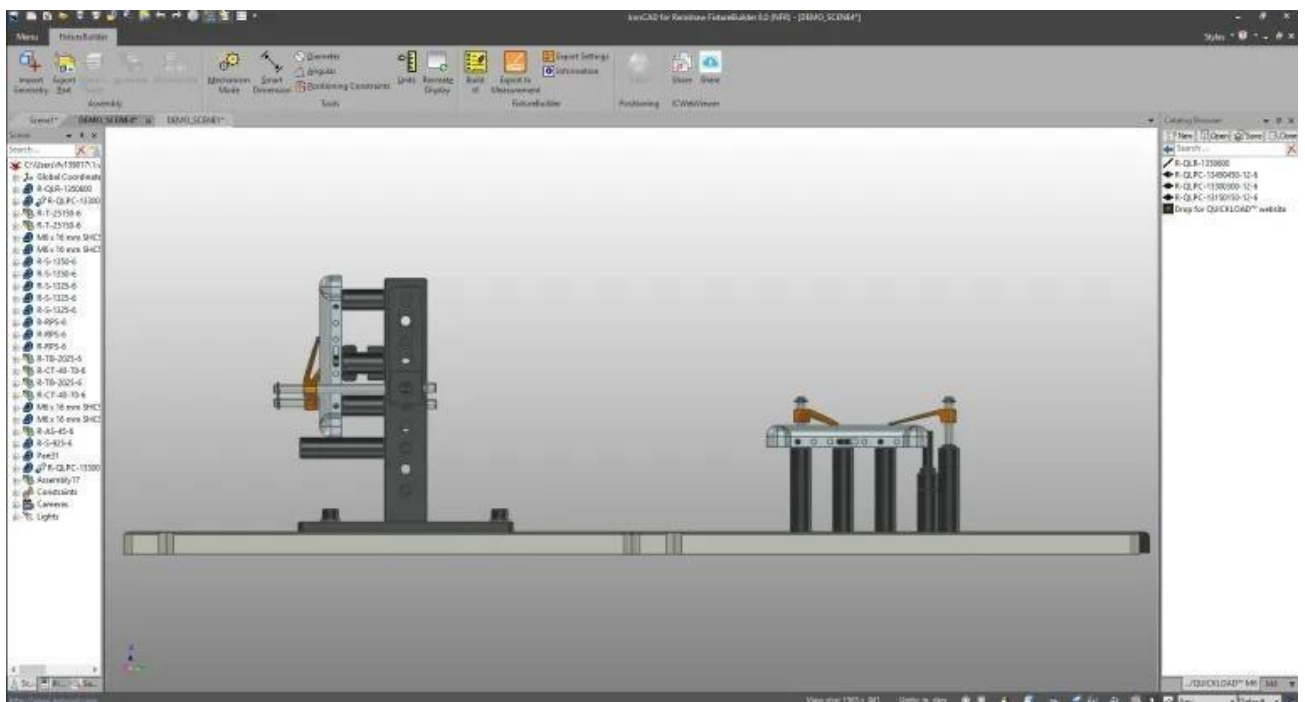
BendXtract перетворює дані на придатні для використання результати, на основі яких за потреби можна автоматично скласти детальний звіт про вимірювання.





## Програмне забезпечення «FixtureBuilder»

FixtureBuilder від Renishaw — це зручне програмне забезпечення для створення кріплень, яке можна інтегрувати з програмами інспекції. Завдяки можливості віртуально створити кріплення, користувач може підготувати установку для кріплення ще до того, як заготовки будуть виготовлені. Крім того, функція "Build it" створює простий набір робочих інструкцій, щоб будь-хто міг легко відтворити кріплення, забезпечуючи його надійність і повторюваність. Користувачі мають доступ до повного каталогу компонентів метрологічного кріплення Renishaw при розробці та документуванні своїх модульних установок.



Це програмне забезпечення можна використовувати з CAD-моделлю перевіряемого виробу, яку імпортують у FixtureBuilder, щоб побудувати кріплення навколо неї. Увесь комплект, разом із перевіряємим виробом, можна експортувати у програмне забезпечення для програмування інспекції. FixtureBuilder підтримує більшість CAD-форматів, включаючи IGES, SAT і STEP.

## СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Основи метрології та вимірювальної техніки : підручник : у 2 т. / М. М. Дорожовець, В. П. Мотало, Б. І. Стадник та ін. ; за ред. Б. І. Стадника. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005. – Т. 1 та Т.2. Основи метрології. – 532 с.
2. Чинков В.М. Основи метрології та вимірювальної техніки: навч. посібник Харків, НТУ "ХПІ", 2005.
3. Дорожовець М.М. Опрацювання результатів вимірювань: навч. посібник Львів, Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2007.
4. Козіна О.А., Поворознюк А.І., Філатова Г.Є. Комп'ютерні системи медичної діагностики: навч. посібник: у 2 ч. – Ч. 1 Харків, НТУ "ХПІ", 2007.
5. Чинков В.М. Цифрові вимірювальні прилади: навч. посібник Харків, НТУ "ХПІ", 2008.

Інтернет ресурси <https://www.koda.ua/ukr/>