



BAITURSYNULY
UNIVERSITY

«АХМЕТ БАЙТҰРСЫНҰЛЫ
АТЫНДАҒЫ ҚОСТАНАЙ ӨңІРЛІК
УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ



ҚМПИ ЖАРШЫСЫ

КӨПСАЛАЛЫ
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ
МНОГОПРОФИЛЬНЫЙ
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

№ 2
2025

ISSN 2310-3353



2025 ж., сәуір, №2 (78)
Журнал 2005 ж. қаңтардан бастап шығады
Жылына төрт рет шығады

Құрылтайшы: *Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті*

Бас редактор: *Куанышбаев С.Б.*, география ғылымдарының докторы, Ахмет Байтұрсынұлы атындағы ҚӨУ, Қазақстан.

Бас редактордың орынбасары: *Жарлыгасов Ж.Б.*, ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, Ахмет Байтұрсынұлы атындағы ҚӨУ, Қазақстан.

РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ

Әлімбаев А.Е., философия докторы (PhD), А.Қ. Құсайынов атындағы Еуразия гуманитарлық институты, Қазақстан.

Балтабаева А.С., Қостанай облысы әкімдігі білім басқармасының «Әдістемелік орталығы» КММ, Қостанай қ., Қазақстан.

Березнова Е.В., педагогика ғылымдарының докторы, профессор Ресей Федерациясы Сыртқы істер министрлігінің Мәскеу мемлекеттік Халықаралық қатынастар институты (университеті), Ресей.

Емин Атасой, PhD докторы, Улудаг университеті, Бурса қ., Түркия.

Зоя Микниене, докторы, (PhD) Литва денсаулық туралы ғылым университеті, Каунас қ., Литва Республикасы.

Качеев Д.А., философия ғылымдарының кандидаты, тарих магистрі, «Челябі мемлекеттік университеті» ЖББ ФМББМ Қостанай филиалы, Қазақстан.

Ксембаева С.К., педагогика ғылымдарының кандидаты, «Торайғыров университеті» КЕАҚ, Қазақстан.

Лина Анастасова, әлеуметтану ғылымдарының докторы, Бургас еркін университеті, Бургас қ., Болгария.

Медетов Н.А., физика-математика ғылымдарының докторы, «Ш. Уалиханов атындағы Көкшетау университеті» КЕАҚ, Қазақстан.

Мишулина О.В., экономика ғылымдарының докторы, «Челябі мемлекеттік университеті» ЖББ ФМББМ Қостанай филиалы, Қазақстан.

Рахимова Э.Е., «№ 1 мектеп-лицей» КММ мұғалімі, «Үздік педагог-2023 жыл», Қостанай қ., Қазақстан.

Соловьев С.А., биология ғылымдарының докторы, Новосібір мемлекеттік экономика және басқару университеті, Ресей.

Скороходов Д.М., техника ғылымдарының кандидаты, «Ресей мемлекеттік аграрлық университеті – К.А. Тимирязев атындағы Мәскеу ауыл шаруашылық академиясы» ЖББ ФМББМ, Ресей.

Скударева Г.Н., педагогика ғылымдарының докторы, профессор, Мемлекеттік гуманитарлық-технологиялық университетінің ректоры, Орехово-Зуево қ., Ресей

Сычева И.Н., ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, «Ресей мемлекеттік аграрлық университеті – К.А. Тимирязев атындағы Мәскеу ауыл шаруашылық академиясы» ЖББ ФМББМ, Ресей.

Ташев А.Н., экология бойынша биология ғылымдарының кандидаты, орман шаруашылығы университеті, София қ., Болгария.

Уразбоев Г.У., физика-математика ғылымдарының докторы, Ургенч мемлекеттік университеті, Өзбекстан.

Тіркеу туралы куәлік №5452-Ж

Қазақстан Республикасының ақпарат министрлігімен 17.09.2004 берілген.

Мерзімді баспа басылымын қайта есепке алу 07.11.2023 ж.

Жазылу бойынша индексі 74081

Редакцияның мекен-жайы:
110000, Қостанай қ., Байтұрсынов к., 47
(Редакциялық-баспа бөлімі)
Тел.: 8(7142) 51-11-76

© Ахмет Байтұрсынұлы атындағы
Қостанай өңірлік университеті

№2 (78), апрель 2025 г.
Издается с января 2005 года
Выходит 4 раза в год

Учредитель: *Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы*

Главный редактор: *Куанышбаев С.Б.*, доктор географических наук, КРУ имени Ахмет Байтұрсынұлы, Казахстан.

Заместитель главного редактора: *Жарлыгасов Ж.Б.*, кандидат сельскохозяйственных наук, КРУ имени Ахмет Байтұрсынұлы, Казахстан.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Алимбаев А.Е., доктор философии (PhD), Евразийский гуманитарный институт имени А.К.Кусаинова, Казахстан.

Балтабаева А.С., директор КГУ «Методический центр» Управления образования Костанайской области, г. Костанай, Казахстан.

Бережнова Е.В., доктор педагогических наук, профессор, Московский государственный институт международных отношений (университет) Министерства иностранных дел Российской Федерации, Россия.

Емин Атасой, доктор PhD, Университет Улудаг, г. Бурса, Турция.

Зоя Микниене, доктор (PhD), Литовский университет наук здоровья, г. Каунас, Республика Литва.

Качеев Д.А., кандидат философских наук, магистр истории, Костанайский филиал ФГБОУ ВО «ЧелГУ», Казахстан.

Ксембаева С.К., кандидат педагогических наук, НАО «Торайгыров университет», Казахстан.

Лина Анастасова, доктор социологии, Бургасский свободный университет, г. Бургас, Болгария.

Медетов Н.А., доктор физико-математических наук, НАО «Кокшетауский университет им. Ш.Уалиханова», Казахстан.

Мишулина О.В., доктор экономических наук, Костанайский филиал ФГБОУ ВО «ЧелГУ», Казахстан.

Рахимова Э.Е., учитель, КГУ «Школа-лицей № 1», «Лучший педагог-2023 года», г. Костанай, Казахстан.

Соловьев С.А., доктор биологических наук, Новосибирский государственный университет экономики и управления, Россия.

Скороходов Д.М., кандидат технических наук, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Россия.

Скударева Г.Н., доктор педагогических наук, профессор, ректор Государственного гуманитарно-технологического университета, г. Орехово-Зуево, Россия.

Сычева И.Н., кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Россия.

Ташев А.Н., кандидат биологических наук по экологии, Лесотехнический университет, г. София, Болгария.

Уразбоев Г.У., доктор физико-математических наук, Ургенчский государственный университет, Узбекистан.

Свидетельство о регистрации № 5452-Ж
выдано Министерством информации Республики Казахстан 17.09.2004 г.
Переучёт периодического печатного издания 07.11.2023 г.
Подписной индекс 74081

Адрес редакции:

110000, г. Костанай, ул. Байтұрсынұлы, 47
(Редакционно-издательский отдел)
Тел.: 8(7142) 51-11-76

© Костанайский региональный университет
имени Ахмет Байтұрсынұлы

ИНЖИНИРИНГ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯ ИНЖИНИРИНГ И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 004.925.84

Амантаев, М.А.

доктор философии (PhD), и.о. ассоц. профессора
кафедры аграрной техники и транспорта,
КРУ имени Ахмет Байтұрсынұлы,
г. Костанай, Республика Казахстан

Золотухин, Е.А.

доктор философии (PhD), и.о. ассоц. профессора
кафедры аграрной техники и транспорта,
КРУ имени Ахмет Байтұрсынұлы,
г. Костанай, Республика Казахстан.

Славов, В.

доктор инж., доцент, кафедра Прикладной механики,
Химико-технологический и металлургический
университет, г.София. Болгария.

Орлов, П.С.

магистрант 1 года обучения ОП 7М07105 –
Транспорт, транспортная техника и технологии,
КРУ имени Ахмет Байтұрсынұлы,
г. Костанай, Республика Казахстан

СОЗДАНИЕ ВЫСОКОТОЧНЫХ 3D-МОДЕЛЕЙ МЕТОДОМ КОНТАКТНОГО 3D-СКАНИРОВАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛУЧЕННЫХ ДАННЫХ В ТЕХНОЛОГИИ РЕВЕРСИВНОГО ИНЖИНИРИНГА

Аннотация

В технологии реверсивного инжиниринга широко применяется контактный метод 3D-сканирования. Указанное особенно важно для сложных деталей, чертежи которых недоступны. Причины отсутствия исходной документации могут быть разными: потеря данных, ограничения, связанные с корпоративными протоколами безопасности, либо отказ производителя от передачи конструкторской информации. В таких случаях цифровая реконструкция изделия становится важнейшим инструментом для обеспечения производства и технического контроля. В связи с этим, цель исследования – создание высокоточной 3D-модели сложного изделия контактным методом 3D-сканирования в технологии реверсивного инжиниринга с точностью сканирования геометрии, соответствующей метрологическим требованиям. В данной работе выполнено контактное 3D-сканирование калибра ветрового стекла автомобиля с целью получения точной 3D CAD модели. Создание цифровых моделей на основе физического образца позволяет упростить контроль геометрии изделий, а также повысить точность и воспроизводимость при их последующем изготовлении. Рассмотрены перспективы дальнейшего использования полученных моделей в производственных процессах.

Ключевые слова: технология реверсивного инжиниринга, контактный метод, 3D модель, 3D сканирования, калибровка, точность сканирования.

1 Введение

Технология реверсивного инжиниринга, основанная на 3D-сканировании, играет важную роль в современных производственных процессах. 3D-сканирование – это процесс, при помощи которого реальные объекты преобразуются в точные трехмерные модели. Эта технология позволяет захватывать форму и геометрию объектов с высокой степенью детализации.

Различают следующие методы 3D-сканирования: оптические, лазерные и контактные.

Контактный метод 3D-сканирования является одним из наиболее точных методов получения геометрической информации об изделии, поскольку минимизирует отклонения при измерении эталонных объектов. Он подразумевает контактную форму сбора 3D-данных для оцифровки. В отличие от оптических и лазерных методов, контактный метод обладает высокой стабильностью измерений, что делает его незаменимым при работе с деталями, требующими микронной точности. Этот метод позволяет определять такие важные геометрические параметры, как максимальная толщина профиля, угол установки, расположение плоскостей и отверстий. Контактные 3D-сканеры исследуют объект посредством физического прикосновения, при этом объект прочно удерживается на месте. Контактный зонд перемещается по поверхности в различные точки объекта для записи 3D-информации. Иногда зонд прикрепляется к шарнирному манипулятору, способному собирать все его соответствующие конфигурации и углы для большей точности. Некоторые специфические конфигурации контактных 3D-сканеров называются координатно-измерительными машинами (КИМ) [1, с.1].

Контактный метод 3D-сканирования широко используется для проведения контроля качества деталей после изготовления или во время технического обслуживания. Основными преимуществами данного метода являются его точность и возможность 3D-сканирования прозрачных или отражающих поверхностей. Недостатками контактной технологии 3D-сканирования являются ее скорость и непригодность для работы с органическими, произвольными формами [2, с.1].

Технологии реверсивного инжиниринга неразрывно связаны с использованием координатно-измерительных машин, данная технология представляет собой инновационные методы, тесно взаимосвязанные с использованием координатно-измерительных машин (СММ). Эти машины, являясь уникальными и высокоточными инструментами, предназначены для выполнения наиболее точных измерений характеристик объектов или пространств с прямым контактом с рабочей поверхностью. Используя разнообразные технологии, такие как механические, оптические или лазерные методы измерения, СММ позволяют осуществлять точное воспроизведение геометрических параметров объектов в трехмерном пространстве.

Анализ научной литературы свидетельствует, что вопросы применения технологии реверсивного инжиниринга и разработки методов 3D-сканирования, а также использования 3D-моделей нашли широкое отражение в работах многих исследователей.

Исследование Matej Paulic демонстрирует преимущества оптического метода 3D-сканирования для создания цифровых моделей, что позволяет минимизировать погрешности при проектировании и повысить эффективность производственных процессов [3, с. 4095].

Работа Pengwen Wang подчеркивает значимость технологии реверсивного инжиниринга в области промышленного дизайна, где 3D-сканирование применяется для проектирования эргономичных и функциональных изделий [4, с. 3047].

Статья П.В. Тимошева раскрывает возможности 3D-сканирования в аэрокосмической промышленности, где точность и надежность моделей определяют безопасность и эксплуатационные характеристики изделий [5, с. 85].

Euыр Ваgсі в своем исследовании акцентирует внимание на применении технологии реверсивного инжиниринга для восстановления сломанных и изношенных деталей, что особенно актуально в машиностроении и авиастроении [6, с. 223].

С.Д. Гордлеева рассматривает перспективы развития 3D-сканирования, анализируя существующие методики и прогнозируя их дальнейшее совершенствование [7, с. 117].

Работа José Herráez исследует использование видеogramметрии и лазерного метода сканирования для создания точных 3D-моделей, что подтверждает универсальность данных технологий в различных отраслях промышленности [8, с. 65].

Таким образом, представленные научные работы подтверждают актуальность технологии реверсивного инжиниринга и методов 3D-сканирования, демонстрируя их широкие перспективы для инновационных разработок, повышения точности проектирования и сокращения временных затрат на производство сложных изделий. При этом, актуальность также обусловлена растущей потребностью в высокоточном моделировании сложных деталей, восстановлении изношенных элементов и оптимизации технологических процессов.

Цель исследования – создание высокоточной 3D-модели сложного изделия контактным методом 3D-сканирования в технологии реверсивного инжиниринга с точностью сканирования геометрии, соответствующей метрологическим требованиям.

2 Материалы и методы

В качестве объекта исследования рассматривалась проблема отсутствия CAD-документации для ряда технологических объектов и компонентов, требующая решения путем создания высокоточных 3D-моделей. При этом, существует необходимость метрологического контроля геометрии изделий с целью выявления нарушений формы и оценки качества производства.

Для решения данной задачи применяем метод контактного 3D-сканирования, обеспечивающий воспроизведение сложных геометрических поверхностей с высокой точностью.

В качестве инструмента сканирования использован Hexagon Power ARM (рисунок 1). Данное оборудование позволяет проводить измерения с учетом геометрических особенностей объектов и требований к точности данных.



Рисунок 1 – Hexagon Power ARM

1 – датчики контакта; 2 – интерфейс передачи данных;
3 – база крепления; 4 – шарнирно-сочлененная система рычагов

В качестве программного обеспечения использовался PC-DMIS Portable, разработанный компанией Hexagon Manufacturing Intelligence. Данное ПО позволяет проводить измерения с учетом геометрических особенностей объектов и требований к точности данных. В процессе измерения использовался ручной щуп с алмазным наконечником диаметром 2 мм.

3 Результаты

В рамках исследования определены основные элементы для сканирования и позиционирования. В качестве эталонной базы был выбран мастер-кузов, соответствующий следующим критериям (рисунок 2):

- Минимальные производственные отклонения (допуск $\pm 0,2$ мм);
- Отсутствие эксплуатационных деформаций;
- Полная комплектность всех сборочных единиц;
- Наличие карты метрологической поверки.



Рисунок 2 – Позиционирование замеряемого элемента по принципу лучшего совмещения

С помощью высокоточного координатно-измерительного комплекса Hexagon Power ARM выполнялось контактное сканирование геометрии детали (рисунок 3).



Рисунок 3 – Процесс сканирования

1 – наконечник датчика; 2 – кнопка сохранения касания; 3 – деталь сканирования

С использованием ручного щупа с алмазным наконечником диаметром 2 мм последовательно фиксировались координаты точек поверхности с шагом 0,5 мм в зонах сложного рельефа и 1 мм на плоских участках. Датчик с разрешением 0,001 мм регистрировал положение наконечника в трехмерном пространстве, передавая данные в специализированное ПО PC-DMIS. Особое внимание уделялось зонам сопряжения и технологическим отверстиям, где

плотность точек увеличивалась до 0,3 мм для обеспечения требуемой точности. Каждая точка фиксировалась при достижении контактного усилия 0,2 Н, что исключало деформацию детали при измерениях. Полученные данные формировали детализированное облако точек, точно соответствующее геометрии оригинала.

Для технологии реверсивного инжиниринга и создания 3D-моделей на основе реальных объектов использовалось программное обеспечение Design X 2020.0, разработанное компанией 3D Systems. В данном программном комплексе производится обработка данных, включая фильтрацию, выравнивание и оптимизацию геометрии, после чего создается цифровая 3D-модель с высокой точностью. После завершения измерений позволяет интегрировать полученные модели в CAD-системы, обеспечивая возможность дальнейшей доработки, инженерного анализа и подготовки данных для производства.

По результатам контактного 3D-сканирования получено облако точек (рисунок 4). Оно обрабатывалось в программе PC-DMIS Portable, где выполнялась фильтрация, выравнивание и интерполяция данных. Далее на основе облака точек формировалась полигональная модель, которая затем преобразовывалась в CAD-формат с возможностью внесения корректировок и дальнейшего использования в инженерных расчетах, контроле качества или воспроизводстве.



Рисунок 4 – Вид полученного облака точек
1 – координаты последнего касания; 2 – облако точек

Каждая отметка с номером является касанием, ограничивающим плоскость по одному из направлений, вектор $I>J>K$ и имеет координату в декартовой системе $X>Y>Z$.

После завершения процесса физического сканирования полученное облако точек экспортировалось в программное обеспечение Design X 2020.0.

По итогу построения на базе точек получаем 3D-модель рендера (рисунок 5).



Рисунок 5 – Вид 3D-модели после рендера

Используя инструменты программы, можно детально исследовать 3D-модель, вращать её, изменять масштаб и анализировать различные сечения для оценки точности воспроизведения формы и размеров. Такой подход позволяет выявить возможные отклоне-

ния от эталонного объекта, а также оценить соответствие 3D-модели установленным допускам и требованиям. Интерактивное взаимодействие с моделью в цифровой среде значительно упрощает процесс контроля, обеспечивая высокий уровень детализации и точности измерений, что особенно важно для последующего использования 3D-модели в инженерных расчетах, конструкторском анализе и производственных процессах.

4 Обсуждение

Развитие технологии реверсивного инжиниринга и методов 3D-сканирования открывает широкие возможности для воспроизведения изделий с минимальными допусками, особенно в случаях, когда исходная САД-документация отсутствует. Этот подход позволяет не только воссоздавать геометрию сложных объектов, но и интегрировать их в цифровую среду для дальнейшего анализа, модификации и производства.

Одним из ключевых преимуществ технологии реверсивного инжиниринга и методов 3D-сканирования является возможность восстановления утерянных или устаревших деталей, производство которых больше не осуществляется. В машиностроении, например, это позволяет воссоздавать редкие или снятые с производства комплектующие, которые невозможно приобрести. Процесс включает в себя сканирование оригинальной детали, создание её цифрового двойника и дальнейшую доработку модели для точного соответствия эксплуатационным требованиям.

Более того, полученная 3D-модель может быть использована для производства с применением аддитивных технологий. Современные 3D-принтеры позволяют изготавливать детали из металлов, композитов и полимеров, что делает возможным не только восстановление оригинальных элементов, но и их усовершенствование. Например, можно оптимизировать конструкцию для повышения прочности, уменьшения массы или улучшения аэродинамических характеристик.

Благодаря интеграции технологии реверсивного инжиниринга с метрологическим контролем, возможно не только воссоздание геометрии объекта, но и обеспечение его точного соответствия техническим требованиям. Это особенно важно в критически нагруженных узлах и механизмах, где даже незначительные отклонения могут привести к снижению эксплуатационных характеристик.

5 Выводы

Таким образом, применение технологии реверсивного инжиниринга в сочетании с контактным методом 3D-сканирования является мощным инструментом для восстановления, модернизации и адаптации деталей в различных сферах. Этот подход не только решает проблему отсутствия САД-документации, но и способствует развитию цифрового производства, повышая точность, надежность и воспроизводимость инженерных решений.

Список литературы

- 1 Технология 3D-сканирования: виды сканеров [Электронный ресурс] // KazExportProm. – 2023. – Режим доступа: <https://kazexprom.kz/blog/tehnologiya-3d-skanirovaniya-vidy-skanerov/>
- 2 Виды 3D сканеров [Электронный ресурс] // IGO3D.by. – 2022. – Режим доступа: <https://igo3d.by/novosti/vidy-3d-skanerov>.
- 3 Paulic M., Irgolic T., Balic J. Reverse Engineering of Parts with Optical Scanning and Additive Manufacturing // International Journal of Advanced Manufacturing Technology. – 2018. – Vol. 97 (9–12). P. 4091–4103.
- 4 Wang P., Yang J., Hu Y., Huo J., Feng X. Innovative design of a helmet based on reverse engineering and 3D printing // Additive Manufacturing. – 2020. – Vol. 34. – P. 101245.
- 5 Тимошев П. В., Тоньшина А. В. Применение технологии 3D сканирования при производстве изделий ракетно-космической техники // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия «Машиностроение». – 2019. – № 5. – С. 78–89.
- 6 Bagci E. Reverse engineering applications for recovery of broken or worn parts and re-manufacturing: Three case studies // Journal of Manufacturing Systems. – 2021. – Vol. 30 (№4). – P. 215–224.

7 Гордлеев С.Д. Проблемы и перспективы технологии сканирования 3D поверхностей // Наука и техника. – 2020. – № 6. – С. 112–118.

8 Herráez J., Martínez J.C., Coll E. 3D modeling by means of Videogrammetry and Laser Scanners for reverse engineering // Measurement. – 2017. – Vol. 110. – P. 62–72.

АМАНТАЕВ, М.А., ЗОЛОТУХИН, Е.А., СЛАВОВ, В., ОРЛОВ, П.С.

КОНТАКТІЛІ 3D СКАНАЛЕУ ӘДІСІМЕН ЖОҒАРЫ ДӘЛДІКТІ 3D-МОДЕЛЬДЕРДІ ЖАСАУ ЖӘНЕ АЛЫНҒАН ДЕРЕКТЕРДІ КЕРІ ИНЖИНИРИНГ ТЕХНОЛОГИЯСЫНДА ПАЙДАЛАНУ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ

Контакттілі 3D сканерлеу кері инженерия технологиясында кеңінен қолданылады. Бұл әсіресе сызбалары жоқ күрделі бөліктер үшін өте маңызды. Түпнұсқа құжаттаманың болмауының себептері әртүрлі болуы мүмкін: деректердің жоғалуы, корпоративтік қауіпсіздік хаттамаларына қатысты шектеулер немесе өндірушінің дизайн ақпаратын беруден бас тартуы. Мұндай жағдайларда өнімді цифрлық қайта құру өндірістік-техникалық бақылауды қамтамасыз етудің ең маңызды құралына айналады. Осыған байланысты зерттеудің мақсаты метрологиялық талаптарға жауап беретін геометриялық сканерлеу дәлдігімен кері инженерия технологиясында 3D сканерлеудің контакттілі әдісін қолдана отырып, күрделі өнімнің жоғары дәлдіктегі 3D моделін жасау болып табылады. Бұл жұмыста дәл 3D CAD үлгісін алу үшін автокөліктің алдыңғы әйнегінің өлшегішінің контакттілі 3D сканерлеуі орындалды. Физикалық үлгіге негізделген сандық үлгілерді жасау өнімнің геометриясын оңай басқаруға, сондай-ақ оларды кейінгі өндіру кезінде дәлдік пен қайталануды арттыруға мүмкіндік береді. Алынған үлгілерді өндірістік процестерде одан әрі пайдалану перспективалары қарастырылады.

Түйінді сөздер: кері инженерия технологиясы, контакт әдісі, 3D модель, 3D сканерлеу, калибрлеу, сканерлеу дәлдігі.

AMANTAYEV, M.A., ZOLOTUKHIN, Ye.A., SLAVOV, V., ORLOV, P.S.

CREATION OF ACCURATE 3D MODELS USING CONTACT 3D-SCANNING AND PROSPECTS FOR UTILIZATION OF THE OBTAINED DATA IN REVERSE ENGINEERING TECHNOLOGY

The contact 3D scanning method is widely used in reverse engineering technology. This is especially important for complex parts, the drawings of which are not available. The reasons for the lack of original documentation may be different: data loss, restrictions related to corporate security protocols, or the manufacturer's refusal to transfer design information. In such cases, digital reconstruction of the product becomes the most important tool for ensuring production and technical control. In this regard, the goal of the study is to create an accurate 3D model of a complex product using the contact 3D scanning method in reverse engineering technology with a geometry scanning accuracy that meets metrological requirements. In this paper, contact 3D scanning of a windshield gauge was performed in order to obtain an accurate 3D CAD model. The creation of digital models based on a physical sample allows to simplify the control of product geometry, as well as to increase the accuracy and reproducibility in their subsequent manufacture. The prospects for further use of the obtained models in production processes are considered.

Key words: reverse engineering technology, contact method, 3D model, 3D scanning, calibration, scanning accuracy.

Сведения об авторах:

Амантаев Максат Амантайұлы – доктор философии (PhD), и.о. ассоциированного профессора кафедры аграрной техники и транспорта, Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы, г. Костанай, Республика Казахстан.

Золотухин Евгений Александрович – доктор философии (PhD), и.о. ассоциированного профессора кафедры аграрной техники и транспорта, Факультет машиностроения, энергетики и информационных технологий, Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы, г. Костанай, Республика Казахстан.

Славов Валентин – доктор инж., доцент, кафедра Прикладной механики, Химико-технологический и металлургический университет, г.София. Болгария.

Орлов Павел Сергеевич – магистрант 1 года обучения ОП 7M07105 – Транспорт, транспортная техника и технологий, кафедры аграрной техники и транспорта, Факультет машиностроения, энергетики и информационных технологий, Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы, г. Костанай, Республика Казахстан.

Амантаев Максат Амантайұлы – философия докторы (PhD), Аграрлық техника және көлік кафедрасы қауымдастырылған профессорының м.а., Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай Өңірлік университеті, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Золотухин Евгений Александрович – философия докторы (PhD), аграрлық техника және көлік кафедрасы қауымдастырылған профессорының м.а., Машина жасау, энергетика және ақпараттық технологиялар факультеті Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Славов Валентин – инж. докторы, доцент, Қолданбалы механика кафедрасы, Химия-технологиялық және металлургия университеті, София қ., Болгария.

Орлов Павел Сергеевич – ОП 7М07105 – Көлік, көлік техникасы және технологиясы мамандығының I курс магистранты, Машина жасау, энергетика және ақпараттық технологиялар факультеті, Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Amantayev Maksat Amantayuly – PhD, acting Associate Professor of the Department of agricultural machinery and transport, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Zolotukhin Yevgeniy Alexandrovich – PhD, acting Associate Professor of the Department of agricultural machinery and transport, Faculty of mechanical engineering, energy and information technologies, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Slavov Valentin – Doctor of engineering, Associate Professor, Department of applied mechanics, University of Chemical Technology and Metallurgy, Sofia, Bulgaria.

Orlov Pavel Sergeevich – 1st year Master's student, “7М07105 – Transport, transport machinery and technology, Department of agricultural machinery and transport, Faculty of mechanical engineering, energy and information technologies, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

ӘОЖ 004.89

Ерсултанова, З.С.,

техника ғылымдарының кандидаты,
физика, математика және цифрлық технологиялар
кафедрасы профессор ассистентінің м.а,
Ахмет Байтұрсынұлы атындағы ҚӨУ,
Қостанай қ., Қазақстан Республикасы

Жаңабай, А.Қ.,

«6В01510 – Информатика, Робототехника және
жобалау» ББ 4-курс студенті,
Ахмет Байтұрсынұлы атындағы ҚӨУ,
Қостанай қ., Қазақстан Республикасы

Ерсултанова, З.С.,

ақпараттық жүйелер кафедрасының аға оқытушысы,
«Туран Астана» Университеті,
Астана қ., Қазақстан Республикасы

ИНФОРМАТИКА ПӘНІН ОҚЫТУДА МОБИЛЬДІК ҚОСЫМШАНЫ ЖАСАУ ЖӘНЕ ҚОЛДАНУ

Түйін

Қазір білім беру кеңістігін цифрландыру жағдайында оқытушылардың оқыту әдістемелерін жаңғыртуға және өз ролін өзгертуге дайын болуы тиіс. Сонымен қатар динамикалық өзгертін ортада оқытудың сандық құралдарын жеңіл меңгеруге және қазіргі заманғы цифрлық технологиялар-

МАЗМҰНЫ

ГУМАНИТАРЛЫҚ ЖӘНЕ ӨНЕР ҒЫЛЫМДАРЫ

<i>Исова Э.А., Амиргалиева Е.С.</i> Халел Досмұхамедұлының педагогикалық көзқарасы	3
<i>Қожанұлы М.</i> Қазағы бар да, Мұқағали әлемі биіктей береді	9
<i>Қожанұлы М.</i> Поэзияда шекара жоқ	17
<i>Мырзағалиева К.М., Артықбай И.Б.</i> Иmandылық ирімдері.....	26
<i>Сегізбаева К.К., Ильясова А.А.</i> Кейіпкер бейнесін жасаудың лексикалық құралдары прозада А. Куприна.....	32
<i>Толегенова Р.К.</i> Сауле Досжанның «Әйел – тұтқын болғанда» повесіндегі отбасылық қақтығыс	38

ЖАРАТЫЛЫСТАНУ ҒЫЛЫМДАРЫ

<i>Алимбаев А.А., Юрк О.С.</i> Еркін алгебралардың автоморфизмі мысалында мәселелік бағдарлық әдісті	43
<i>Бейшов Р.С., Жүнісбеков Н.Е.</i> Қостанай облысындағы медициналық түймедақ (<i>matricaria recutita</i>) өсімдігінен анықталған биологиялық белсенді қосылыстардың медициналық қолдану әлеуетін талдау	48
<i>Брагина Т.М., Забашта М.А., Сатмухамбетова Г.А.</i> Қостанай облысында қан соратын масалардың түрлеріне (<i>diptera: culicidae</i>)	53
<i>Брагина Т.М., Попов А.В.</i> 2024 жылдың жазында Убаған өзені және Тобол өзеніндегі балық аулауын салыстырмалы талдау Тобол-Ешім араласу	59
<i>Сұлтанғазина Г.Ж., Артемчук А.В.</i> Қостанай облысы Сарыкөл ауданының флорасына толықтырулар	65
<i>Сұлтанғазина Г.Ж., Муратова А.М.</i> Қостанай облысы Қарасу ауданы флорасының тіршілік формаларын талдау.....	70
<i>Сұлтанғазина Г.Ж., Муратова А.М.</i> Қостанай облысы Қарасу ауданының флорасын зерттеу	76
<i>Сұлтанғазина Г.Ж., Оджухвердиева С.В.</i> Қостанай қаласы және оның төңірлерінің урбанофлорасына экологиялық-ценоздық талдау	83
<i>Тастанов М.Г., Жарлығасова Э.З.</i> Жазықтықтың ϵ –айналасына түскенге дейін «сфералармен адасу» қадамдарының орташа саны	88
<i>Тастанов М.Г., Нургельдина А.Е.</i> Монте-Карло әдістерінің схемасы.....	94

ИНЖИНИРИНГ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯ

<i>Амантаев М.А., Золотухин Е.А., Славов В., Орлов П.С.</i> Контактілі 3d сканалеу әдісімен жоғары дәлдікті 3d-модельдерді жасау және алынған деректерді кері инжиниринг технологиясында пайдалану перективалары.....	100
<i>Ерсултанова З.С., Жаңабай А.Қ., Ерсултанова З.С.</i> Информатика пәнін оқытуда мобильдік қосымшаны жасау және қолдану	107
<i>Ибрагимова С.В., Баннов И.Г.</i> Қарсылысты пештердің жұмыс режимін симуляциялау үшін бағдарламалық құрамдық кешендерді қолдану.....	115
<i>Колесников С.С.</i> Әтінді және көрініс бағдарламаларды пайдаланатын оқу беру үшін мобильді қосымшаларды әзірлеу үрдісін зерттеу.....	121
<i>Кравченко Р.И., Амантаев, М.А., Останин В.А., Гафурбаев В.Г.</i> Автокөліктердің дизельді қозғалтқышына арналған қуат жүйесінің сенімділігіне жағдайлардың ықпалының заңдылықтарын пайдалану	127
<i>Ребик А.А.</i> Мәтінді және көрініс бағдарламаларды пайдаланатын білім беру үшін мобильді қосымшаларды әзірлеу процесін зерттеу.....	135

Саидов А.М., Калитка Д.А., Балгужинова Ж.Е., Раисова Ж.Х. Қазіргі цифрлық шешімдер және олардың білім беру процесін басқаруға әсері 141

Саидов А.М., Калитка Д.А., Балгужинова Ж.Е., Раисова Ж.Х. Сандық технологиялар және университет педагогикасы: жаңа мүмкіндіктер мен қиындықтар..... 147

Тастанов М.Ғ., Туктубаева С.А. Сандық дәуірдегі проблемаға бағытталған оқыту: технологиялар, кейстер мен перспективалар 152

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ЖӘНЕ ВЕТЕРИНАРИЯ ҒЫЛЫМДАРЫ

Бейшов Р.С., Каримова А.К. Микросателитті днк-маркерлердің негізіндегі герефорд тұқымды ірі қара малдың генетикалық полиморфизмі..... 159

ӘЛЕУМЕТТІК ҒЫЛЫМДАР

Дамбаулова Г.К., Мұхаметқали Р.З., Молдағалиева Н.Д. Тиімділіктің негізгі көрсеткіштері: принциптер, қолдану және болашақ тенденциялар..... 176

Медиева А.Р. Қазақстан және әлемдегі Олимпиадалық қозғалыстың даму тенденциялары мен болашағы 182

Мұқатаева Ж.М., Кушурова А.А. Мазасыздық және оның оқушылардың үлгерімімен байланыс 194

Тастанов М.Ғ., Қурманғалиева А.А. Материалды қабылдауды жақсарту үшін clil-де scaffolding қолдану..... 199

Шагаева Д.С. Қазақстан Республикасында сот төрелігін жүзеге асыру саласындағы заңдылық пен әділдікті қамтамасыз ету мәселері 206

Шагаева Д.С. Судьялардың құқықтық санасы және құқықтық мәдениеті 210

АВТОРЛАРДЫҢ НАЗАРЫНА 215

СОДЕРЖАНИЕ**ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ И ИСКУССТВО**

<i>Исова Э.А., Амиргалиева Е.С.</i> Педагогическое видение Халела Досмухамедовича	3
<i>Кожанулы М.</i> Облик мировоззрения мир Мукагали	9
<i>Кожанулы М.</i> Поэзия не имеет границ... ..	17
<i>Мырзагалиева К.М., Артықбай И.Б.</i> Нравственные наклонности	26
<i>Сегизбаева К.К., Ильясова А.А.</i> Лексические средства создания образа героя в прозе А. Куприна	32
<i>Толегенова Р.К.</i> Семейный конфликт в повести Сауле Досжан «Когда женщина – заложница»	38

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

<i>Алимбаев А.А., Юрк О.С.</i> Применение проблемно-ориентированного метода на примере автоморфизмов свободных алгебр	43
<i>Бейшов Р.С., Жүнісбеков Н.Е.</i> Анализ медицинского потенциала биологически активных соединений, выявленных в лекарственной ромашке (<i>matricaria recutita</i>), произрастающей в Костанайской области	48
<i>Брагина Т.М., Забашта М.А., Сатмухамбетова Г.А.</i> К видовому разнообразию кровососущих комаров (diptera: culicidae) Костанайской области	53
<i>Брагина Т.М., Попов А.В.</i> Сравнительный анализ уловов рыб в реке Убаган и реке Тобол в летний период 2024 года в пределах Тобол-Ишимского междуречья	59
<i>Султангазина Г.Ж., Артемчук А.В.</i> Дополнения к флоре Сарыкольского района Костанайской области	65
<i>Султангазина Г.Ж., Муратова А.М.</i> Анализ жизненных форм растений во флоре Карасуского района Костанайской области	70
<i>Султангазина Г.Ж., Муратова А.М.</i> Исследование флоры Карасуского района Костанайской области	76
<i>Султангазина Г.Ж., Оджахвердиева С.В.</i> Эколого-ценотический анализ урбанofлоры города Костанай и его окрестностей	83
<i>Тастанов М.Г., Жарлыгасова Э.З.</i> Среднее число шагов «блуждания по сферам» до попадания в ϵ —окрестность плоскости	88
<i>Тастанов М.Г., Нургельдина А.Е.</i> Схема методов Монте-Карло	94

ИНЖИНИРИНГ И ТЕХНОЛОГИИ

<i>Амантаев М.А., Золотухин Е.А., Славов В., Орлов П.С.</i> Создание высокоточных 3d-моделей методом контактного 3d-сканирования и перспективы использования полученных данных в технологии реверсивного инжиниринга	100
<i>Ерсултанова З.С., Жаңабай А.Қ., Ерсултанова З.С.</i> Создание и использование мобильных приложений в обучении информатике	107
<i>Ибрагимова С.В., Баннов И.Г.</i> Применение программных комплексов для моделирования режима работы печей сопротивления	115
<i>Колесников С.С.</i> Обучение цифровой грамотности через игру: особенности работы с младшими школьниками	120
<i>Кравченко Р.И., Амантаев, М.А., Останин В.А., Гафурбаев В.Г.</i> Использование закономерностей влияния условий на надежность системы питания автомобилей с дизельным двигателем	127
<i>Ребик А.А.</i> Изучение процесса разработки учебных мобильных приложений с помощью текстового и визуального программирования	135

Саидов А.М., Калитка Д.А., Балгужина Ж.Е., Раисова Ж.Х. Современные цифровые решения и их влияние на управление образовательным процессом 141

Саидов А.М., Калитка Д.А., Балгужина Ж.Е., Раисова Ж.Х. Цифровые технологии и университетская педагогика: новые возможности и вызовы 147

Тастанов М.Г., Туктубаева С.А. Проблемно-ориентированное обучение в цифровую эпоху: технологии, кейсы и перспективы..... 152

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ, ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ

Бейшов Р.С., Каримова А.К. Генетический полиморфизм герефордского скота на основе микросателлитных днк-маркеров 159

СОЦИАЛЬНЫЕ НАУКИ

Дамбаулова Г.К., Мұхаметқали Р.З., Молдағалиева Н.Д. Ключевые показатели эффективности: принципы, применение и будущие тенденции 176

Медиева А.Р. Казахстан и мир: тенденции развития Олимпиадного движения и его будущее 182

Мұқатаева Ж.М., Кушурова А.А. Тревожность и ее связь с успеваемостью школьников 194

Тастанов М.Ф., Курманғалиева А.А. Использование scaffolding в clil для улучшения восприятия материала..... 199

Шагаева Д.С. Проблемы обеспечения законности и справедливости в сфере осуществления правосудия в Республике Казахстан 206

Шагаева Д.С. Правосознание и правовая культура судей 210

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ..... 218

CONTENT

HUMANITIES AND ARTS

<i>Isova E.A., Amirgalieva E.S.</i> Pedagogical vision of khalel dosmukhamedovich	3
<i>Kozhanuly M.</i> The countenance of the world conception of Mukagali	9
<i>Kozhanuly M.</i> Poetry has no borders... ..	17
<i>Myrzagaliyeva K.M., Artykbay I.B.</i> Irises of morality	26
<i>Segizbayeva K.K., Ilyasova A.A.</i> Lexical means of creating an image of a hero in the prose of A. Kuprin	32
<i>Tolegenova R.K.</i> Family conflict in Saule Doszhan's novel «When a woman is a hostage»	38

NATURAL SCIENCES

<i>Alimbayev A.A., Yurk O.S.</i> Application of the problem-oriented method on the example of automorphisms of free algebras	43
<i>Beishov R.S., Zhunisbekov N.Y.</i> Analysis of the medical potential of bioactive compounds identified in chamomile (<i>matricaria recutita</i>) growing in the Kostanay region	48
<i>Bragina T. M., Zabashta M.V., Satmukhambetova G.A.</i> About the species diversity of blood-sucking mosquitoes (diptera: culicidae) of the Kostanay region	53
<i>Bragina T. M., Popov A.V.</i> Comparative analysis of fish catches in the Ubagan river and the Tobol river in the summer of 2024 within the Tobol-Ishim interriver area.....	59
<i>Sultangazina G.Zh., Artemchuk A.V.</i> Additions to the Sarykol district flora of the Kostanay region	65
<i>Sultangazina G.Zh., Muratova A.M.</i> Analysis of the life forms of the flora of the Karasu district of the Kostanay region	70
<i>Sultangazina G.Zh., Muratova A.M.</i> Study of the flora of the Karasu district of the Kostanay region	76
<i>Sultangazina G.Zh., Odzhakhverdiyeva S.V.</i> Ecological-coenotic analysis of the urban flora of Kostanay and its outskirts	83
<i>Tastanov M.G., Zharlygassova E.Z.</i> The average number of the "floating random walk" steps before entering the ε - neighborhood of the plane	88
<i>Tastanov M.G., Nurgeldina A.Y.</i> Monte-Carlo methods scheme.....	94

ENGINEERING AND TECHNOLOGY

<i>Amantayev M.A., Zolotukhin YE.A., Slavov V., Orlov P.S.</i> Creation of high-precision 3d models by contact method of 3d-scanning and prospects for using the obtained data in reverse engineering technology	100
<i>Yersultanova Z. S., Zhanabay A.K., Yersultanova Z. S.</i> Creation and use of mobile application in teaching computer science	107
<i>Ibragimova S.V., Bannov I.G.</i> Application of software complexes for modeling of resistance furnace operation mode.....	115
<i>Kolesnikov S.S.</i> Teaching digital literacy through games: features of working with primary school children	120
<i>Kravchenko R.I., Amantaev M.A., Ostanin V.A., Gafurbaev V.G.</i> Application of patterns of environmental conditions' influence on the reliability of the fuel system in diesel engine vehicles.....	127
<i>Rebik A.A.</i> Studying the process of developing educational mobile applications using text and visual programming	135
<i>Saidov A.M., Kalitka D.A., Balguzhinova Zh.E., Raisova Zh.Kh.</i> Modern digital solutions and their impact on educational process management.....	141

<i>Saidov A.M., Kalitka D.A., Balguzhinova Zh.E., Raisova Zh.Kh.</i> Digital technologies and university pedagogy: new opportunities and challenges.....	147
<i>Tastanov M.G., Tuktubayeva S.A.</i> Problem-based learning in the digital era: technologies, cases, and prospects	152
 AGRICULTURAL, VETERINARY SCIENCES	
<i>Beishov R.S., Karimova A.K.</i> Genetic polymorphism of hereford cattle based on microsatellite dna markers	159
 SOCIAL SCIENCES	
<i>Dambaulova G.K., Mukhametkali R.Z., Moldagaliyeva N.D.</i> Key performance indicators: principles, application and future trends	176
<i>Mediyeva A.R.</i> Trends and future of the Olympiad movement in kazakhstan and the world.....	182
<i>Mukatayeva Z.M., Kushurova A.A.</i> Anxiety and its relationship with academic performance in schoolchildren	194
<i>Tastanov M.G., Kurmangaliyeva, A.A.</i> Using scaffolding in clil to improve material comprehension	199
<i>Shagayeva D.S.</i> Problems of ensuring legality and justice in the sphere of administration of justice in the Republic of Kazakhstan.....	206
<i>Shagayeva D.S.</i> Judicial awareness and culture of judges	210
 INFORMATION FOR AUTHORS	221

Редактор, корректор: *А. Симонова*
Корректорлар: *Б. Сыздыкова, Т. Цай*
Компьютерлік беттеу: *С. Красикова, И. Милокумова*

Редактор, корректор: *А. Симонова*
Корректоры: *Б. Сыздыкова, Т. Цай*
Компьютерная верстка: *С. Красикова, И. Милокумова*

Басуға 09.04.2025 ж. берілді.
Пішімі 60x84/8. Көлемі 17,5 б.т.
Тапсырыс № 060

Подписано в печать 09.04.2025 г.
Формат 60x84/8. Объем 17,5 п.л.
Заказ № 060

Ахмете Байтұрсынұлы атындағы
Қостанай өңірлік университетіндегі
редакциялық-баспа бөлімінде басылған
Қостанай қ., Байтұрсынов к., 47

Отпечатано в редакционно-издательском отделе
Костанайского регионального университета
имени Ахмет Байтұрсынұлы
г. Костанай, ул. Байтұрсынова, 47