



ENCITEX

RESEARCH AND DEVELOPMENT
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР



ПАК для неразрушающего контроля сварных швов

■ О нашем бизнесе

НТЦ Энжитек предлагает услуги по разработке промышленного ПО и комплексной автоматизации производства. Бизнес был основан в начале 2021г. группой разработки, ранее работавшей в компании по НК. За следующие 4 года мы выполнили проекты для более 10 различных заказчиков в СНГ и MENA из таких сфер, как энергетика, производство, логистика, медицина. Сегодня нашим ключевым заказчиком является Армянская АЭС.

Уникальность компетенций Энжитека – в нашем опыте реализации проектов как в области ПО, так и в области АСУ, роботизации, проектирования.

Параллельно с коммерческой деятельностью, нам удастся по мере выполнения проектов собирать перспективные идеи для самостоятельной реализации. Например:

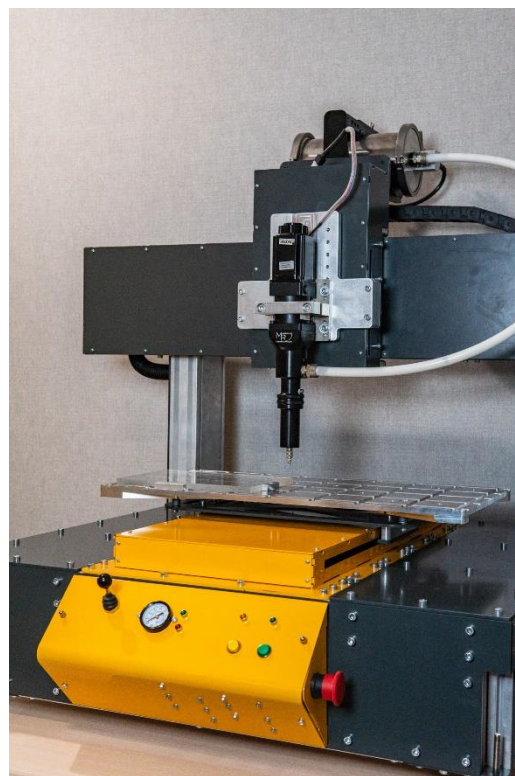
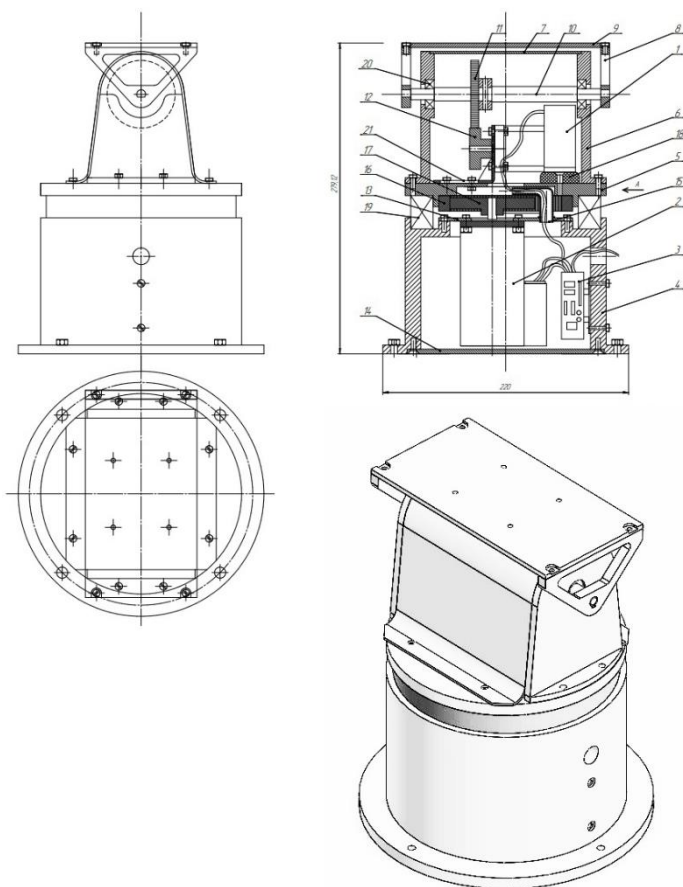
- **JMP**: ПО для многопоточности на кластере и управления кластером;
- Java-пакет **Control logic** для моделирования АСУ и реализации распределенных АСУ на ПК.

Ниже – ключевые моменты в деятельности бизнеса:

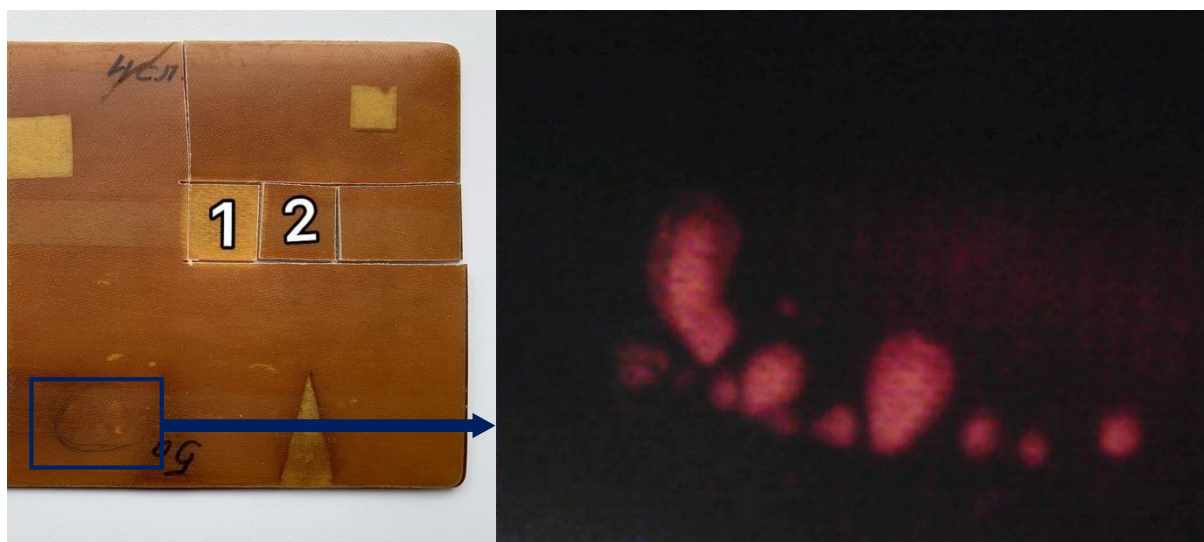
Сеп. 2021	Сеп. 2022	Нач. 2024	Сеп. 2024
Открытие бизнеса в РФ для оказания услуг по разработке ПО и АСУ	Открытие бизнеса в Армении для обслуживания ААЭС	Релиз своих программных решений	Выход на рынок Узбекистана

Также приглашаем Вас посмотреть наши статьи:

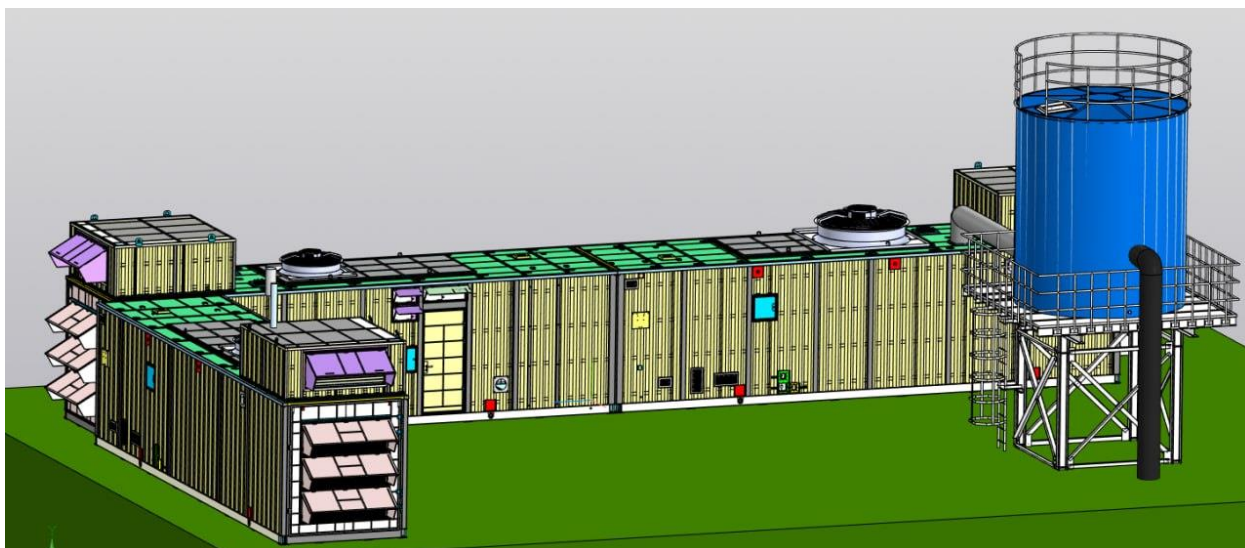
- [Оптимизация производственных процессов с помощью компьютерного моделирования](#)
- [Практические аспекты роботизации производства](#)
- [Real-time control systems](#)



Слева – опорно-поворотное устройство для систем технич. зрения (ООО “НТЦ Энжитек”); справа – система позиционирования и автоматической дозации клея (ООО “ПК МОНОРОТОР”)



Пример тестового дефекта для проверки установки для выявления дефектов (полостей) внутри слоистых композитных листов с помощью смарт-камеры



Разработка временного хранилища отработанного топлива для АЭС (НИОКР)

Наша команда имеет большой опыт решения задач по проектированию нестандартных узлов и систем для заказчиков, в частности:

Система прецизионной одно- и двухкомпонентной дозации	Разработка КД, АСУ, пуско-наладка прототипа. Система позиционирования приобретается отдельно, совмещенная с ней система дозации – разработка ООО “НТЦ Энжитек” и ООО “ПК МОНОРОТОР”. Система предназначена для дозации клея, термопасты, итп.
Опорно-поворотное устройство	Разработка “с нуля” и изготовление прототипа опорно-поворотного устройства для систем технического зрения (камера, лидар).
Промышленные роботы для НК	Внедрение промышленных 6-осевых роботов-манипуляторов в стенды неразрушающего контроля, в т.ч. для ж/д и авиации. См. примеры на видео в еще примеры.txt
Проекты для АЭС	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Перепрограммирование ПЛК систем аварийной эксплуатации на основании выполненных нами анализов безопасности; ▪ Моделирование физических процессов в I и II контуре; ▪ Разработка временного хранилища ОЯТ; ▪ ... и другие проекты.
Оптическая трансмиссионная диагностика композитных листов	Разработка стенда для выявления дефектов (полостей) внутри слоистых композитных листов с помощью смарт-камеры с микроконтроллером и обработкой изображений на МК. Стенд состоял из перемещателей по двум осям (шаговые двигатели) и смарт-камеры нашей разработки.

■ Обзор решения

Предлагаемое решение будет являться программно-аппаратным комплексом и состоять из:

- Промышленного 4-х, 5-ти или 6-ти осевого робота-манипулятора;
- Связанных систем зрения;
- Мобильного “АРМ-а” с неттопом и монитором для вывода информации;
- Док-станции для преобразователей НК;
- ... и самих преобразователей (например, вихретоковых);
- Возможно, линейного перемещателя для робота (уточнить).

Зрение – это:

- Лазерная указка, закрепленная на основании, на котором установлен робот;
- Лазер-линия, закрепленный на последнем или предпоследнем звене робота;
- Камера, закрепленная на основании, на 1-ом или на 2-ом звене робота.

Короткое описание процесса НК шва:

1. Оператор размещает робот вблизи трубы и места шва.
2. Подводит лазерный указатель, закрепленный на вращателе на основании робота к месту шва.
3. Запускает процесс через монитор нажатием кнопки “начать”.
4. ПО АРМ-а считывает положение энкодера указки.
5. ... Затем включает лазер-линию и камеру. Путем пробных перемещений между несколькими референсными точками и снятием в этих точках изображений “сечения” трубы лазер-линией (это будут неполные эллипсы и круги), из геометрических соображений ПО находит положение трубы в системе координат основания робота, т.е. координаты x_0 , z_0 , направление трубы \bar{k} и радиус R . Другими словами, это схема лазерной триангуляции.
6. ПО находит поворот и линейный сдвиг для круговой траектории, “защитой” в память робота, чтобы круговая траектория содержала точку, на которую был наведена лазерная указка.
7. ПО по Ethernet передает контроллеру робота параметры движения, чтобы круговое движение было совершено “в нужном месте” и по нужному радиусу.
8. ПО АРМ-а начинает запись данных с АЦП преобразователя. За счет того, что скорость движения робота v_r известна заранее, синхронизация точек в на шве с сигналом преобразователя очень проста. Другими словами, сигнал – это массивы значений времени и напряжений. Для любой временной точки t_i может быть найдена соответствующая точка траектории, грубо говоря, по формуле $v_r \cdot t_i$
9. Вывод результатов НК на монитор оператора и сохранение в локальной БД.

Исполнение системы может быть различным без изменения основных частей системы (робот, зрение, ПО). Например:

- Установка на автоприцеп с питанием от дизель-генератора;
- Переносной ПАК, убираемый в ящик.

Робот может быть либо 4-х, либо 5-ти, либо 6-ти осевым в зависимости от требуемых типов датчиков и максимально допустимого веса ПАК-а. В зависимости от рабочего радиуса робота и радиуса трубы, может потребоваться серия из 2-х измерений – “слева” и “справа” от трубы.

Предварительно мы считаем наиболее универсальной конфигурацию с роботом с минимальным рабочим радиусом и минимальным весом и линейно перемещаемой по высоте платформой.

Для задачи подойдет большинство доступных в линейках производителей манипуляторов с рабочим радиусом около 0.5м. Такой рабочий радиус “покрывает” НК всех магистральным нефтепроводов от 2-ого до 4-ого класса. Для больших ДУ по согласованию возможна разработка ПАК-а с более крупным роботом.

Контроллер поставляется вместе с роботом и является системой управления “низкого уровня”: он содержит точки траектории, для которых решается обратная задача кинематики и находятся необходимые повороты 4/5/6-ти приводов робота. Контроллеры, в отличие от самих роботов, продолжали эволюционировать до 2020-х. Однако с решением данной задачи справится любой контроллер, включая модели большинства производителей из КНР. Единственная критически необходимая функция – наличие Ethernet-порта и вендорского ПО для ПК для коммуникации с контроллером. ПО может быть либо консольным приложением, либо программной подключаемой библиотекой. Второй вариант предпочтительнее. Объем программы (т.н. скрипта) движения ожидается небольшой, поэтому специальных требований к объему оперативной памяти контроллера нет. Опционально, но желательно наличие возможности параметризации программы (точек движения), см. п.7 выше.

ПО АРМ-а будет программой управления “верхнего уровня” и отвечать за:

- Запуск, остановку движения робота;
- Смену программы движения;
- Передачу параметров для линейного сдвига или поворота точек траектории;
- Опрос преобразователя;
- Связь с камерой и обработку изображений.

В случае необходимости нескольких преобразователей в 1 ПАК-е, будет разработана док-станция для хранения нескольких преобразователей в отдельных ячейках. Например, при определении трубы большого диаметра, ПО будет подводить робот к ячейку с крупным преобразователем и устанавливать его на электромагнитный держатель в руку.

По нашему опыту, в подобных решениях считывающая головка преобразователя размещена на пружине в корпусе, тем самым позволяя проходить без потери контакта с поверхностью такие участки как швы. Однако регламенты процесса НК швов и интересующие Вас преобразователи необходимо уточнять с Вашими специалистами НК.

Приводим основные возможные характеристики ПАК-а в предполагаемом нами “минимальном” исполнении (возможно и другое, более “крупное” исполнение):

- Общий вес ПАК-а с роботом, АРМ-ом – до 40 кг.
- Подходит для труб с ДУ до 1000мм.
- Начиная примерно от ДУ 400мм (в зависимости от изначального размещения ПАК-а оператором) будут требоваться два измерения – “слева” и “справа” от трубы.
- Возможно “облегчение” ПАК-а путем выбора 4-х или 5-ти осевого робота с близким рабочим радиусом.

■ Преимущества решения

ПАК имеет также следующие преимущества:

- ПАК не будет являться закупаемой или импортируемой в РФ системой “под ключ”. Готовым компонентом является только сам робот, все остальные параметры системы адаптируемы под Ваши конкретные задачи. Исходный код ПО АРМ-а, скрипты робота и КД на ПАК будут полностью разработаны в НТЦ Энжитек, что открывает большие возможности для замены компонентов и модернизации.
- В силу универсальности роботов, схожих габаритов моделей в линейках разных производителей, робот может быть заменен на любую другую модель с контроллером с Ethernet портом и вендорским ПО для связи с контроллером. Трудозатраты в случае такой замены минимальны, а продолжительность работ составит не более 2 мес.

- Возможны различные исполнения ПАК-а для разных диаметров труб, преобразователей и способов транспортировки ПАК-а. Все исполнения будут иметь общую концепцию и одинаковое ПО АРМ-а.
- Базирование ПАК-а перед измерением предельно простое и не требует механической фиксации и юстировки. ПО само определит положение робота в пространстве относительно трубы и шва с помощью системы зрения.
- ПО АРМ-а полностью пишется на Java, что делает возможным использование неттопа с ОС Windows, Astra Linux, Ubuntu.

■ Компоненты

Приводим возможные роботы и прочие компоненты для ПАК-а (ссылки в изображениях). ПЛК необходим для управления таким оборудованием как: электромагнитный держатель инструмента, лазер-линия, поворотный энкодер. С неттопом ПЛК будет общаться через Ethernet-порт по протоколу Modbus. Камера подключена к неттопу либо по USB, либо также по Ethernet – в силу небольшого расстояния от неттопа возможны оба варианта.



■ Организационные вопросы

- Срок разработки опытного образца ПАК-а в каком-либо согласованном исполнении с учетом Ваших задач, регламентов НК и парка преобразователей – до 5 месяцев.
- Передача всех или части прав на ИС разработки, исходного кода ПО и КД на ПАК обсуждаемы и зависят от Вашего участия в проекте.
- Примерная стоимость всех закупаемых компонентов для ПАК-а в “минимальной” конфигурации без преобразователей – около 1.4 млн. руб.

contact@engitex.org

<https://engitex.org/>

<https://www.linkedin.com/company/engitex/>

<https://t.me/engitex/>